

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**STEPHANY BUBA LUCINA**

**ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO E AVALIAÇÃO DA RADIOLOGIA  
COMPUTADORIZADA COMO AUXÍLIO DIAGNÓSTICO DE CARDIOPATIAS  
CONGÊNITAS NA ESPÉCIE CANINA**

**CURITIBA**

**2018**

STEPHANY BUBA LUCINA

**ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO E AVALIAÇÃO DA RADIOLOGIA  
COMPUTADORIZADA COMO AUXÍLIO DIAGNÓSTICO DE CARDIOPATIAS  
CONGÊNITAS NA ESPÉCIE CANINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Tilde Rodrigues Froes

CURITIBA  
2018

L938e Lucina, Stephany Buba  
Estudo epidemiológico e avaliação da radiologia  
computadorizada como auxílio diagnóstico de cardiopatias  
congenitas na espécie canina / Stephany Buba Lucina. -  
Curitiba, 2018.  
91 f.: il., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do  
Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-  
Graduação em Ciências Veterinárias.  
Orientadora: Tilde Rodrigues Froes

1. Cães – Doenças – Diagnóstico por imagem. 2.  
Cardiologia veterinária. 3. Radiologia veterinária. I. Froes,  
Tilde Rodrigues. II. Título. III. Universidade Federal do  
Paraná.

CDU 619.6-073.75



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS  
VETERINÁRIAS

### TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS VETERINÁRIAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **STEPHANY BUBA LUCINA** intitulada: **ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO E AVALIAÇÃO DA RADIOLOGIA COMPUTADORIZADA COMO AUXÍLIO DIAGNÓSTICO DE CARDIOPATIAS CONGÊNITAS NA ESPÉCIE CANINA**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 12 de Março de 2018.

  
TILDE RODRIGUES FROES

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

  
SIMONE TOSTES DE OLIVEIRA STEDILE

Avaliador Interno (UFPR)

  
AMALIA TURNER GIANNICO

Avaliador Externo (CLIN. PART.)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por ter colocado pessoas tão especiais em meu caminho, sem as quais certamente tudo isso não seria possível.

Aos meus pais Ana e Carlos, por terem feito dos meus sonhos os deles, aos meus irmãos André e Marcus, por serem os meus maiores exemplos, ao meu grande amor Marcelo, por sempre me fazer acreditar que tudo é possível, e ao meu melhor amigo de quatro patas Rubens.

À minha orientadora Professora Tilde, que me recebeu de braços abertos, sempre se mostrou disponível e disposta a me ensinar, e se tornou uma das minhas maiores inspirações como educadora.

Ao meu co-orientador Professor Marlos, por todo o incentivo dado, pelo conhecimento dividido e oportunidades de aprendizado oferecidas.

À Professora Ana Paula Sarraff Lopes, por ter me mostrado o seu amor pela cardiologia veterinária, por me guiar até o início do mestrado e pela sua participação, juntamente com o Hospital Veterinário Clinivet, nessa pesquisa.

Aos demais professores e funcionários do programa de pós-graduação da UFPR e do Hospital Veterinário da UFPR pela fundamental contribuição nesse processo.

Às equipes dos Laboratórios de Diagnóstico por Imagem Veterinário e de Cardiologia Comparada do Hospital Veterinário da UFPR, pelos ensinamentos, paciência, companheirismo e por todo o apoio.

Aos amigos feitos durante o mestrado, por se fazerem presentes nos melhores e piores momentos, tornando esses dois anos muito mais felizes.

A todos que fizeram parte da minha formação, os meus sinceros agradecimentos!

*“The future belongs to those who believe in the beauty of their dreams”*  
(Eleanor Roosevelt)

## RESUMO

Os objetivos do presente trabalho foram relacionar os achados fisiopatológicos das principais cardiopatias congênitas com alterações no exame radiográfico de tórax de cães; verificar a prevalência das malformações cardíacas nessa espécie; e por fim, avaliar a acurácia da técnica radiográfica de tórax como exame de triagem de cardiopatias congênitas em cães. Para tal, a presente pesquisa foi dividida em três capítulos; o primeiro uma revisão de literatura, o segundo um estudo retrospectivo e o terceiro um estudo interobservador. As informações dispostas na revisão de literatura mostraram a importância de conhecer tanto as limitações da técnica radiográfica de tórax quanto os aspectos fisiopatológicos dessas malformações cardíacas para uma interpretação radiográfica mais precisa por parte do radiologista. O estudo retrospectivo foi realizado nos setores de cardiologia de dois hospitais veterinários na cidade de Curitiba (Brasil) durante um período de 70 meses. Do total de 6710 cães atendidos, foram identificadas 110 cardiopatias congênitas em 96 pacientes, representando uma prevalência de 1,63%. As afecções mais diagnosticadas foram a estenose aórtica (EA) ou estenose subaórtica (ESA) e a estenose pulmonar (EP), sendo que a EA ou ESA foi usualmente identificada em cães com mais de um ano de idade. Obtivemos a maior ocorrência do defeito do septo atrial (DSA) e a menor ocorrência da persistência do ducto arterioso clássica (PDAC) comparado com a literatura. Indicamos a realização de outros estudos retrospectivos de cardiopatias congênitas em cães no Brasil para a confirmação das informações epidemiológicas obtidas. Sobre o estudo interobservador, foram selecionados 90 cães, sendo 30 saudáveis, 30 com cardiopatias adquiridas e 30 com cardiopatias congênitas, que possuíam radiografia de tórax e diagnóstico ecocardiográfico confirmado. Calculou-se os índices de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP), valor preditivo negativo (VPN) e acurácia de cada observador em relação a identificação dos pacientes saudáveis, com cardiopatias adquiridas e congênitas, bem como para identificação de aumento da silhueta cardíaca e região de grandes vasos dos cães com cardiopatias congênitas. Por fim, foi obtido o coeficiente de Kappa entre os observadores a fim de verificar a reprodutibilidade das avaliações radiográficas realizadas. De modo geral a sensibilidade, VPP e acurácia foram insatisfatórios (< 70%), enquanto a especificidade e VPN foram satisfatórios (> 70%), sendo que a concordância variou de ruim a razoável (entre 0 e 0,39). Apesar de ter sido alcançado acurácia maior na identificação de cães saudáveis, com cardiopatias adquiridas e congênitas pela radiografia de tórax quando comparado aos demais estudos, confirma-se que essa modalidade se mostrou capaz apenas de identificar o paciente saudável, não de diferenciar os indivíduos cardiopatas entre si ou de definir com maior detalhe as malformações cardíacas. O exame radiográfico de tórax apresentou baixa reprodutibilidade entre os observadores desse trabalho, portanto, essa técnica não deve ser considerada como método de triagem na suspeita de cães com cardiopatias congênitas.

Palavras-chave: Cardiologia. Radiologia. Cães. Malformações cardíacas.

## ABSTRACT

The objectives of the present study are to relate the pathophysiological findings of the main congenital heart diseases with alterations in the thorax radiographic examination of dogs; to verify the prevalence of cardiac malformations in this species; and finally, to evaluate the accuracy of the thorax x-ray technique as a screening test for congenital heart diseases in dogs. For this the present research was divided into three chapters; the first a literature review, the second a retrospective study and the third an interobserver study. The information presented in the literature review shows the importance of knowing both the limitations of the radiographic technique and the pathophysiological aspects of the cardiac malformations for a more accurate interpretation by the radiologist. The retrospective study was carried out in the cardiology sectors of two veterinary hospitals in the city of Curitiba (Brazil) during a period of 70 months. Of the 6710 dogs seen in the veterinary hospitals, 110 congenital heart diseases were identified in 96 patients, representing a prevalence of 1.63%. The most diagnosed conditions were aortic stenosis (AS) or subaortic stenosis (SAS) and pulmonary stenosis (PS), and AS/SAS was usually identified in dogs older than one year. We found the highest occurrence of the atrial septal defect (ASD) and the lower occurrence of the patent ductus arteriosus (PDA) compared to the literature. We indicate the performance of other retrospective studies of congenital heart diseases in dogs in Brazil to confirm the epidemiological information obtained. On the interobserver study, ninety dogs were selected, thirty healthy animals, thirty with acquired heart diseases and thirty with congenital heart diseases, who had chest radiographs and a confirmed echocardiographic diagnosis. Sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV) and accuracy of each observer were calculated in relation to the identification of healthy patients, with acquired and congenital heart diseases, as well as to identify cardiac silhouette and large vessel region increases of dogs with congenital heart diseases. Finally, the Kappa coefficient was obtained between the observers in order to verify the reproducibility of the radiographic evaluations performed. The sensitivity, PPV and accuracy were generally unsatisfactory (<70%), while the specificity and NPV were satisfactory (> 70%), and the agreement ranged from poor to reasonable (between 0 and 0.39). Although greater accuracy was obtained in the identification of healthy dogs, with acquired and congenital heart diseases by chest radiography when compared to the other studies, it was confirmed that this modality was able to identify only the healthy patient, not to differentiate the individuals with heart disease or to define the congenital heart disease. Radiographic examination of the chest showed low reproducibility among the observers of this study, therefore, this technique should not be considered as a screening method in the suspicion of dogs with congenital heart diseases.

Keywords: Cardiology. Radiology. Dogs. Cardiac malformations.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO DA SILHUETA CARDÍACA DE UM CÃO COMPARADA A UM RELÓGIO NA PROJEÇÃO LATEROLATERAL E VENTRODORSAL .....	28
FIGURA 2 - PROJEÇÃO LATERAL ESQUERDA (A) E VENTRODORSAL (B) DESTACANDO A TRÍADE ARTÉRIAS/BRÔNQUIOS/VEIAS.....	31
FIGURA 3 - REPRESENTAÇÃO DA SOBREPOSIÇÃO DE IMAGEM CRIADA PELA ARTÉRIA PULMONAR COM A COSTELA EM UM CÃO .....	32
FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO (PDA) COM COMUNICAÇÃO ESQUERDO-DIREITA .....	35
FIGURA 5 - EXAMES RADIOGRÁFICOS COMPUTADORIZADOS DE UM CÃO COM CINCO MESES DE IDADE COM PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO .....	35
FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO (PDA) REVERSA COM COMUNICAÇÃO DIREITO-ESQUERDA .....	37
FIGURA 7 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DO DEFEITO DO SEPTO VENTRICULAR (DSV) COM COMUNICAÇÃO ESQUERDO-DIREITA.....	38
FIGURA 8 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DO DEFEITO DO SEPTO VENTRICULAR (DSV) COM COMUNICAÇÃO DIREITO-ESQUERDA.....	39
FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA DISPLASIA DE MITRAL (DM).....	41
FIGURA 10 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA DISPLASIA DE TRICÚSPIDE (DT).....	42
FIGURA 11 - EXAMES RADIOGRÁFICOS COMPUTADORIZADOS DE UM CÃO COM TRÊS MESES DE IDADE COM DISPLASIA DE MITRAL E TRICÚSPIDE .....	42
FIGURA 12 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA ESTENOSE PULMONAR (EP) .....	44

FIGURA 13 -EXAMES RADIOGRÁFICOS COMPUTADORIZADOS DE UM CÃO COM DOIS MESES DE IDADE COM ESTENOSE PULMONAR.....	44
FIGURA 14 -REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA ESTENOSE SUBAÓRTICA (ESA).....	45
FIGURA 15 -REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA TETRALOGIA DE FALLOT (TFO) COM COMUNICAÇÃO ESQUERDO-DIREITA .....	47
FIGURA 16 -REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA TETRALOGIA DE FALLOT (TFO) COM COMUNICAÇÃO DIREITO-ESQUERDA .....	48
FIGURA 17 - EXAMES REDIOGRÁFICOS COMPUTADORIZADOS DE UM CÃO COM ESTENOSE SUBAÓRTICA NAS PROJEÇÕES LATEROLATERAL DIREITA (A) E VENTRODORSAL (B) E DE UM CÃO COM PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO CLÁSSICA NAS PROJEÇÕES LATEROLATERAL DIREITA (C) E VENTRODORSAL (D) .....	87

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - PRINCIPAIS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS DIAGNOSTICADAS EM CÃES, SUAS CONSEQUÊNCIAS FISIOPATOLÓGICAS, PREDISPOSIÇÃO RACIAL, ACHADOS NA AUSCULTAÇÃO, ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS E COMPLICAÇÕES .....	27
QUADRO 2 - PRINCIPAIS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS E SEUS ACHADOS NO EXAME RADIOGRÁFICO DE TÓRAX.....	33
QUADRO 3 - DESCRIÇÃO DO GRAU DE TREINAMENTO E ÁREA DE ATUAÇÃO DOS TRÊS OBSERVADORES QUE FIZERAM A LEITURA DOS EXAMES RADIOGRÁFICOS DE TÓRAX DOS CÃES SELECIONADOS PARA O ESTUDO.....	85

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	NÚMERO DE CASOS E AS PREVALÊNCIAS DAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS DIAGNOSTICADAS NOS CÃES, EM DOIS HOSPITAIS VETERINÁRIOS LOCALIZADOS NA CIDADE DE CURITIBA (BRASIL), NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2012 A OUTUBRO DE 2017, E A COMPARAÇÃO COM AS PREVALÊNCIAS DAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS DOCUMENTADAS NA LITERATURA .....	65
TABELA 2 -	ASSOCIAÇÃO DAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS DIAGNOSTICADAS NOS CÃES EM DOIS HOSPITAIS VETERINÁRIOS LOCALIZADOS NA CIDADE DE CURITIBA (BRASIL), NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2012 A OUTUBRO DE 2017 .....	67
TABELA 3 -	DESCRIÇÃO DAS RAÇAS DE CÃES IDENTIFICADAS EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE ANIMAIS E AO PERCENTUAL QUE ESSE NÚMERO REPRESENTA FRENTE AO GRUPO DE PACIENTES DIAGNOSTICADOS COM CARDIOPATIAS CONGÊNITAS EM DOIS HOSPITAIS VETERINÁRIOS LOCALIZADOS NA CIDADE DE CURITIBA (BRASIL), NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2012 A OUTUBRO DE 2017 .....	67
TABELA 4 -	DESCRIÇÃO DAS RAÇAS DE CÃES IDENTIFICADAS EM CADA CARDIOPATIA CONGÊNITA DIAGNOSTICADA EM DOIS HOSPITAIS VETERINÁRIOS LOCALIZADOS NA CIDADE DE CURITIBA (BRASIL), NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2012 A OUTUBRO DE 2017 .....	68
TABELA 5 -	DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ASSOCIADAS QUE ALCANÇARAM NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA ( $P < 0,05$ ) NO GRUPO DE CÃES DIAGNOSTICADOS COM CARDIOPATIAS CONGÊNITAS EM DOIS HOSPITAIS VETERINÁRIOS LOCALIZADOS NA CIDADE DE CURITIBA (BRASIL), NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2012 A OUTUBRO DE 2017 .....	69

TABELA 6 -	DESCRIÇÃO DOS ÍNDICES DE SENSIBILIDADE, ESPECIFICIDADE, VALOR PREDITIVO POSITIVO (VPP), VALOR PREDITIVO NEGATIVO (VPN) E ACURÁCIA DOS TRÊS OBSERVADORES EM RELAÇÃO A IDENTIFICAÇÃO DOS PACIENTES SAUDÁVEIS, COM CARDIOPATIAS ADQUIRIDAS E CONGÊNITAS PELO EXAME RADIOGRÁFICO DE TÓRAX CONSIDERANDO TODOS OS CÃES INCLUÍDOS NO ESTUDO (N = 90).....	85
TABELA 7 -	DESCRIÇÃO DO COEFICIENTE DE KAPPA CALCULADO ENTRE OS TRÊS OBSERVADORES EM RELAÇÃO A IDENTIFICAÇÃO DOS PACIENTES SAUDÁVEIS, COM CARDIOPATIAS ADQUIRIDAS E CONGÊNITAS PELO EXAME RADIOGRÁFICO DE TÓRAX CONSIDERANDO TODOS OS CÃES INCLUÍDOS NO ESTUDO (N = 90).....	85
TABELA 8 -	DESCRIÇÃO DOS ÍNDICES DE SENSIBILIDADE, ESPECIFICIDADE, VALOR PREDITIVO POSITIVO (VPP), VALOR PREDITIVO NEGATIVO (VPN) E ACURÁCIA DOS TRÊS OBSERVADORES EM RELAÇÃO A IDENTIFICAÇÃO DE AUMENTO DO ÁTRIO ESQUERDO, VENTRÍCULO ESQUERDO, ÁTRIO DIREITO, VENTRÍCULO DIREITO, ARCO AÓRTICO E TRONCO PULMONAR PELO EXAME RADIOGRÁFICO DE TÓRAX DOS PACIENTES COM CARDIOPATIAS CONGÊNITAS (N = 30).....	86
TABELA 9 -	DESCRIÇÃO DO COEFICIENTE DE KAPPA CALCULADO ENTRE OS TRÊS OBSERVADORES EM RELAÇÃO A IDENTIFICAÇÃO DE AUMENTO DO ÁTRIO ESQUERDO, VENTRÍCULO ESQUERDO, ÁTRIO DIREITO, VENTRÍCULO DIREITO, ARCO AÓRTICO E TRONCO PULMONAR PELO EXAME RADIOGRÁFICO DE TÓRAX DOS PACIENTES COM CARDIOPATIAS CONGÊNITAS (N = 30).....	86

## LISTA DE SIGLAS

AA	- Arco Aórtico
ACVIM	- <i>American College of Veterinary Internal Medicine</i>
AD	- Átrio Direito
AE	- Átrio Esquerdo
AuE	- Aurícula Esquerda
Ao	- Aorta
AP	- Artéria Pulmonar
CA	- Coronária Anômala
CEUA	- Comissão de Ética no Uso de Animais
CTS	- <i>Cor Triatriatum Sinister</i>
DM	- Displasia de Mitral
DSA	- Defeito do Septo Atrial
DSV	- Defeito do Septo Ventricular
DT	- Displasia de Tricúspide
EA	- Estenose Aórtica
EP	- Estenose Pulmonar
ESA	- Estenose Subaórtica
ET	- Estenose de Tricúspide
ICC	- Insuficiência Cardíaca Congestiva
ICCD	- Insuficiência Cardíaca Congestiva Direita
ICCE	- Insuficiência Cardíaca Congestiva Esquerda
LEE	- Laboratório de Epidemiologia e Estatística
LL	- Laterolateral
PDA	- Persistência do Ducto Arterioso
PDAc	- Persistência do Ducto Arterioso Clássica
SRD	- Sem Raça Definida
TFO	- Tetralogia de Fallot
TP	- Tronco Pulmonar
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
VD	- Ventrodorsal
VPN	- Valor Preditivo Negativo
VPP	- Valor Preditivo Positivo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1	OBJETIVOS GERAIS .....	19
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
1.3	REFERÊNCIAS .....	20
<b>2</b>	<b>O EXAME RADIOGRÁFICO NAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS: FISIOPATOGENIA E CRITÉRIOS DIAGNÓSTICOS.....</b>	<b>22</b>
2.1	RADIOGRAPHIC EXAMINATION IN CONGENITAL HEART DISEASE: PATHOPHYSIOLOGY AND DIAGNOSTIC CRITERIA.....	22
2.2	EL EXAMEN RADIOGRÁFICO EN LAS CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS: FISIOPATOLOGÍA Y CRITERIOS DIAGNÓSTICOS.....	22
2.3	INTRODUÇÃO.....	23
2.4	CARDIOPATIAS CONGÊNITAS.....	25
2.5	INTERPRETAÇÕES RADIOGRÁFICAS DE ALTERAÇÕES CARDÍACAS.....	28
2.6	PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO.....	33
2.7	DEFEITO DO SEPTO VENTRICULAR.....	37
2.8	DISPLASIA DA VALVA MITRAL.....	40
2.9	DISPLASIA DA VALVA TRICÚSPIDE .....	41
2.10	ESTENOSE PULMONAR .....	43
2.11	ESTENOSE SUBAÓRTICA.....	45
2.12	TETRALOGIA DE FALLOT.....	46
2.13	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
2.14	REFERÊNCIAS .....	49
<b>3</b>	<b>CARDIOPATIAS CONGÊNITAS EM CÃES: UM ESTUDO RETROSPECTIVO DE 96 CASOS EM CURITIBA, BRASIL .....</b>	<b>53</b>
3.1	CONGENITAL HEART DISEASES IN DOGS: A RETROSPECTIVE STUDY OF 96 CASES IN CURITIBA, BRAZIL .....	53
3.2	INTRODUÇÃO.....	54
3.3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	55
3.4	RESULTADOS.....	57
3.5	DISCUSSÃO.....	58
3.6	REFERÊNCIAS .....	63
3.7	TABELAS.....	65

<b>4</b>	<b>UTILIZAÇÃO DA RADIOLOGIA COMPUTADORIZADA COMO EXAME DE TRIAGEM NA IDENTIFICAÇÃO DE CARDIOPATIAS CONGÊNITAS EM CÃES.....</b>	<b>70</b>
4.1	USE OF COMPUTERIZED RADIOLOGY AS A SCREENING TEST IN THE IDENTIFICATION OF CONGENITAL HEART DISEASES IN DOGS .....	71
4.2	INTRODUÇÃO.....	71
4.3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	73
4.4	RESULTADOS.....	76
4.5	DISCUSSÃO.....	78
4.6	CONCLUSÃO .....	82
4.7	REFERÊNCIAS .....	82
4.8	QUADROS.....	85
4.9	TABELAS.....	85
4.10	FIGURAS.....	87
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>88</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>89</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>95</b>
7.1	ANEXO 1 - ARTIGO "O EXAME RADIOGRÁFICO NAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS: FISIOPATOGENIA E CRITÉRIOS DIAGNÓSTICOS" PUBLICADO NA REVISTA CLÍNICA VETERINÁRIA.....	95
7.2	ANEXO 2 - APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UFPR.....	96
7.3	ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO PADRONIZADO A RESPEITO DA INTERPRETAÇÃO DO EXAME RADIOGRÁFICO DE TÓRAX.....	97
<b>8</b>	<b>VITA .....</b>	<b>99</b>



## 1 INTRODUÇÃO

As cardiopatias congênitas são decorrentes de alterações morfológicas e funcionais do coração e grandes vasos ocasionadas por malformações em fases específicas do desenvolvimento embrionário, presentes após o nascimento (MACDONALD, 2006; BEIJERINK et al., 2017). Já existem estudos aprofundados sobre as malformações cardíacas que ocorrem nos seres humanos, inclusive pesquisas que identificam as etiologias genéticas dessas enfermidades, mas são poucos os trabalhos que traçam um paralelo entre a espécie humana e canina na identificação desses fatores genéticos (HYUN; LAVULO, 2006). Ainda é difícil determinar o real impacto da hereditariedade sobre essas doenças nos cães (GREGORI et al., 2008) e, por essa razão, os estudos de prevalência trazem informações importantes a respeito do risco que algumas raças possuem de desenvolver cardiopatias específicas (SCHROPE, 2015).

O termo congênito não significa que o defeito seja estritamente hereditário, haja vista a possibilidade de que seu desenvolvimento se dê de forma espontânea ou secundária a alguma toxina. No entanto, quando o defeito é ocasionado por mutação espontânea o indivíduo acometido poderá, potencialmente, transmiti-lo para as futuras gerações (MACDONALD, 2006). Essa mutação genética primária e as influências ambientais sobre o paciente promovem variação significativa quanto à severidade da doença (STRICKLAND et al., 2016). As principais consequências de tais enfermidades são a incapacidade do coração em manter a pressão arterial e venosa e em promover uma perfusão adequada dos tecidos com sangue oxigenado (BEIJERINK et al., 2017).

É difícil determinar a incidência das cardiopatias congênitas diagnosticadas em cães, pois muitas dessas doenças não provocam sintomatologia clínica ou levam o animal a óbito ainda na fase neonatal. Além disso, existem diferenças regionais com relação às raças, resultando em alteração da frequência das enfermidades (OLIVEIRA et al., 2011). A prevalência de diversas alterações congênitas no coração já foi descrita anteriormente na Europa e Estados Unidos (MACDONALD, 2006; GREGORI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011), no entanto, não há nenhum estudo retrospectivo nacional que identifique e caracterize o comportamento dessas enfermidades na população canina brasileira.

De acordo com a base de dados da Universidade de Davis, na Califórnia, aproximadamente 17% dos cães que passaram pelo serviço de cardiologia num período de 10 anos foram diagnosticados com malformações congênicas no coração (MACDONALD, 2006). Já Oliveira et al. (2011) verificaram que dentre os 4.480 cães que passaram pelo atendimento cardiológico em um hospital veterinário privado na Itália num intervalo de 13 anos, 21,7% apresentaram cardiopatias congênicas. Schrope (2015), por sua vez, realizou um estudo de prevalência incluindo apenas cães sem raça definida (SRD) e, dentre os 76.301 cães avaliados, em apenas 0,13% foram identificadas alterações congênicas no coração, apontando para menor prevalência de cardiopatias congênicas quando comparado a outros trabalhos que incluíram cães de raças puras.

De acordo com publicações feitas nos Estados Unidos e Europa, as doenças mais diagnosticadas em cães são estenose subaórtica (ESA), estenose pulmonar (EP) e persistência do ducto arterioso (PDA) (MACDONALD, 2006; GREGORI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011; SCHROPE, 2015). Diversos estudos já documentaram a predisposição racial dos cães da raça Boxer para algumas cardiopatias congênicas. Nos levantamentos realizados por Bussadori et al. (2001) e Bussadori et al. (2009) foi observado que as doenças que mais acometem os Boxers são ESA (66,1% e 64,1%) e EP (24,2% e 24,7%). Já no trabalho de Chetboul et al. (2006), foi verificado que a enfermidade mais prevalente num grupo de 105 Boxers avaliados foi o defeito septal atrial (DSA) (56,2%), seguido da displasia de tricúspide (DT) (55,2%).

Em termos de distribuição sexual, foi observado maior predisposição dos machos comparativamente às fêmeas quando todas as doenças são avaliadas em conjunto. No entanto, alguns trabalhos já identificaram maior predisposição de fêmeas para o PDA, machos para a ESA (GREGORI et al., 2008; OLIVEIRA et al.; 2011; SCHROPE, 2015) e, quando se trata especificamente de cães da raça Boxer, os machos parecem apresentar maior incidência de cardiopatias congênicas no geral (BUSSADORI et al., 2001; BUSSADORI et al., 2009).

A abordagem clínica das cardiopatias congênicas seguem os mesmos princípios das cardiopatias adquiridas. Primeiramente, é importante obter o histórico familiar para identificar a possibilidade de hereditariedade, pois sabe-se que muitos defeitos estão relacionados à predisposição racial. Na sequência, busca-se

identificar os sinais clínicos a partir da anamnese e do exame físico (BEIJERINK et al., 2017).

A grande parte dos animais diagnosticados com cardiopatias congênitas são assintomáticos quando diagnosticados precocemente e o sopro cardíaco auscultado durante exame físico geralmente é o primeiro sinal identificado (MACDONALD, 2006). Em seguida, é necessário determinar a importância clínica do sopro, ou seja, caracterizá-lo em patológico, quando há lesão cardiovascular associada, ou não patológico, quando a estrutura cardíaca está absolutamente normal. Os sopros patológicos em pacientes jovens geralmente são decorrentes de quaisquer malformações cardíacas. Contudo, é comum auscultar sopros não patológicos em filhotes (CÔTÉ et al., 2015), principalmente sopros inocentes, os quais são considerados fisiológicos, discretos e audíveis durante a sístole até os seis meses de idade (STRICKLAND et al., 2016).

As alterações no pulso femoral podem ser constatadas nos casos de PDA ou insuficiência aórtica, resultando em pulso hipercinético, enquanto nos casos de ESA a diminuição do débito cardíaco pode tornar o pulso hipocinético. Outros sinais clínicos como, síncope, intolerância ao exercício e cianose podem ser observados em casos mais avançados da doença, os quais costumam estar associados a déficits de crescimento. A cianose ocorre quando a  $PaO_2$  está igual ou inferior a 45 mmHg, o que aumenta a chance de se ter uma comunicação intra ou extra cardíaca associada. Dispnéia, taquipnéia, aumento dos sons pulmonares, tosse, distensão venosa jugular, ascite ou hepatomagalia estão presentes somente quando o animal evoluir para insuficiência cardíaca congestiva (MACDONALD, 2006).

Os cães com cardiopatia congênita grave geralmente apresentam anormalidades no exame radiográfico de tórax, mas apesar do método oferecer informações complementares importantes, não é capaz de identificar a etiologia do sopro cardíaco auscultado (CÔTÉ et al., 2015). Em um estudo realizado para avaliar o uso da radiografia de tórax no diagnóstico de cardiopatias congênitas em cães foi observado que o diagnóstico definitivo estava listado entre os diferenciais em apenas 37 a 40% dos casos avaliados (LAMB et al., 2001). Ainda assim, esse exame é rotineiramente empregado tanto em seres humanos quanto em animais pela sua viabilidade, baixo custo e possibilidade de avaliar, concomitantemente, anormalidades pulmonares e vasculares (SCHWEIGMANN et al., 2006; CÔTÉ et al., 2015).

Como mencionado, em seres humanos, a radiografia de tórax continua sendo o exame de triagem mais viável quando há suspeita de cardiopatia congênita e estudos já revelaram uma acurácia de 30 a 78% em diferentes locais. Tal discrepância é atribuída à variação da gravidade das doenças e ao estado hemodinâmico do paciente (TUMKOSIT et al., 2012). Em contra partida, existem trabalhos que consideram esse exame ruim, mesmo quando realizado com o intuito de triagem (FONSECA et al., 2005).

A radiografia de tórax é útil na avaliação do tamanho cardíaco, dos grandes vasos e vascularização pulmonar, principalmente em animais com doença moderada a grave. Em conjunto com os sinais clínicos e os achados do exame físico, o exame radiográfico de tórax auxilia na composição da lista de diagnósticos diferenciais (MACDONALD, 2006). A avaliação do padrão de vasculatura pulmonar em crianças pode ser utilizado como auxílio na monitoração do estado hemodinâmico, por isso esse é um dos achados mais importantes a serem levados em consideração quando há suspeita de malformação cardíaca (TUMKOSIT et al., 2012).

Por fim, o exame padrão-ouro para confirmação do diagnóstico de cardiopatias congênitas em animais é a ecocardiografia (CÔTÉ et al., 2015), que permite avaliar o tamanho das câmaras cardíacas, remodelamento ventricular e, com o auxílio do recurso Doppler, possibilita a identificação de turbulência sanguínea, além de mensuração da velocidade dos fluxos. Nessa modalidade diagnóstica, também é possível estimar as pressões intracardíacas de forma não invasiva e aplicar técnicas contrastadas, a exemplo das microbolhas para identificar comunicações intra e extra cardíacas (MACDONALD, 2006).

## 1.1 OBJETIVOS GERAIS

Realizar um estudo epidemiológico e avaliar a acurácia da técnica radiográfica de tórax como exame de triagem na identificação de cardiopatias congênitas na espécie canina.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Relacionar os achados fisiopatológicos das principais doenças cardíacas congênitas em cães com a interpretação de alterações diretas e indiretas no exame radiográfico de tórax;
- b) Verificar a prevalência das cardiopatias congênitas diagnosticadas em cães em dois hospitais veterinários na cidade de Curitiba (Brasil); identificar se existe associação das cardiopatias congênitas com sexo, raça, idade e local em que os pacientes foram atendidos; e comparar as características epidemiológicas dos pacientes atendidos nos setores de cardiologia de um hospital veterinário escola e em um hospital veterinário privado de referência;
- c) Avaliar a acurácia da técnica radiográfica de tórax como exame de triagem de cardiopatias congênitas em cães, bem como identificar as principais contribuições e limitações dessa modalidade, e por fim, verificar a reprodutibilidade das avaliações realizadas por três observadores que atuam em diferentes áreas e possuem variados graus de treinamento.

## 1.3 REFERÊNCIAS

BEIJERINK, N. J.; OYAMA, M. A.; BONAGURA, J. D. Congenital heart disease. In: ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C.; CÔTÉ, E. **Textbook of veterinary internal medicine: diseases of the dog and the cat**. 8. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2017.

BUSSADORI, C. et al. Congenital heart disease in boxer dogs: results of six years of breeding screening. **The Veterinary Journal**, v. 181, p. 187-192, 2009.

BUSSADORI, C.; QUINTAVALLA, C.; CAPELLI, A. Prevalence of congenital heart disease in boxers in Italy. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 3, n. 2, p. 7-11, 2001.

CHETBOUL, V. et al. Congenital heart disease in the boxer dog: a retrospective study of 105 cases (1998 - 2005). **Journal of Veterinary Medicine. A Physiology, Pathology, Clinical Medicine**, v. 53, p. 346-351, 2006.

CÔTÉ, E., et al. Management of incidentally detected heart murmurs in dogs and cats. **Journal of Veterinary Cardiology**, v.17, p. 245-261, 2015.

FONSECA, B. et al. Chest radiography and the evaluation of the neonate for congenital heart disease. **Pediatric Cardiology**, v. 26, p. 367-372, 2005.

GREGORI, T. et al. Congenital heart defects in dogs: a double retrospective study on cases from University of Parma and University of Zaragoza. **Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Parma**, v. 28, p. 79-90, 2008.

HYUN, C.; LAVULO, L. Congenital heart diseases in small animals: part I. Genetic pathways and potential candidate genes. **The Veterinary Journal**, v. 171, n. 2, p. 245-255, 2006.

LAMB, C. R. et al. Assessment of survey radiography as a method for diagnosis of congenital cardiac disease in dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 42, p. 541-545, 2001.

MACDONALD, K. A. Congenital heart disease of puppies and kittens. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 36, p. 503-531, 2006.

OLIVEIRA, P. et al. Retrospective review of congenital heart disease in 976 dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 25, n. 3, p. 477-483, 2011.

SCHROPE, D. P. Prevalence of congenital heart disease in 76,301 mixed-breed dogs and 57,025 mixed-breed cats. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 17, n. 3, p. 192-202, 2015.

SCHWEIGMANN, G.; GASSNER, I.; MAURER, K. Imaging the neonatal heart - essentials for the radiologist. **European Journal of Radiology**, v. 50, p. 159-170, 2006.

STRICKLAND, K. N.; OYAMA, M. A. Congenital heart disease. In: SMITH JUNIOR, F. W. K. et al. (eds). **Manual of canine and feline cardiology**. 5. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2016.

TUMKOSIT, M. et al. Accuracy of chest radiography for evaluating significantly abnormal pulmonary vascularity in children with congenital heart disease. **The International Journal of Cardiovascular Imaging**, v. 28, n. 1, p. 69-75, 2012.

## 2 O EXAME RADIOGRÁFICO NAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS: FISIOPATOGENIA E CRITÉRIOS DIAGNÓSTICOS<sup>1</sup>

### RESUMO

Embora a ecocardiografia seja considerada o padrão-ouro para o diagnóstico de cardiopatias congênitas em cães, o exame radiográfico de tórax ainda é rotineiramente empregado e potencialmente fornece importantes informações na avaliação do paciente. O objetivo desta revisão é relacionar os achados fisiopatológicos das principais doenças cardíacas congênitas em cães com alterações radiográficas do tórax. As informações dispostas nesta revisão mostram a importância de conhecer tanto as limitações da técnica radiográfica de tórax quanto os aspectos fisiopatológicos dessas malformações cardíacas para uma interpretação radiográfica mais precisa por parte do radiologista.

Palavras-chave: *Canis familiaris*. Cardiologia. Malformações. Radiologia.

### 2.1 RADIOGRAPHIC EXAMINATION IN CONGENITAL HEART DISEASE: PATHOPHYSIOLOGY AND DIAGNOSTIC CRITERIA

#### ABSTRACT

Although echocardiography is considered the gold standard for the diagnosis of congenital heart disease in dogs, radiographic examination of the thorax is still routinely employed and can potentially provide useful information in the evaluation of the patient. The aim of this review is to correlate the pathophysiological findings of the main congenital heart diseases in dogs with radiographic changes of the thorax. This review shows the importance of knowing both the limitations and the pathophysiological aspects of these cardiac malformations for a more accurate radiographic interpretation by the radiologist.

Keywords: *Canis familiaris*. Cardiology. Malformations. Radiology.

### 2.2 EL EXAMEN RADIOGRÁFICO EN LAS CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS: FISIOPATOLOGÍA Y CRITERIOS DIAGNÓSTICOS

#### RESUMEN

A pesar de que la ecocardiografía es considerada el examen de referencia para el diagnóstico de las cardiopatías congénitas en perros, el examen radiográfico del tórax aún es usado en la rutina, y ofrece importantes informaciones en la evaluación de estos pacientes. El objetivo de esta revisión es relacionar la fisiopatología de las

---

<sup>1</sup> Publicado na revista Clínica Veterinária, Ano XXII, n. 131, p. 58-72, 2017 (Anexo I)

principales enfermedades cardíacas congénitas de los perros con las alteraciones radiográficas del tórax. Las informaciones que constan en esta revisión muestran la importancia de conocer, además de las limitaciones de esta técnica radiográfica, los aspectos fisiopatológicos de las malformaciones cardíacas, a fin de conseguir una interpretación radiográfica más precisa.

Palabras clave: *Canis familiaris*. Cardiología. Malformaciones. Radiología.

## 2.3 INTRODUÇÃO

O exame padrão-ouro para confirmação do diagnóstico de cardiopatias congênitas em animais é a ecocardiografia, que permite avaliar o tamanho das câmaras cardíacas, o remodelamento ventricular e, com o auxílio do recurso *Doppler*, possibilita a identificação de turbulência sanguínea, além de mensuração da velocidade dos fluxos (CÔTÉ et al., 2015). Nessa modalidade diagnóstica, também é possível estimar as pressões intracardíacas de forma não invasiva e aplicar técnicas contrastadas, a exemplo das microbolhas para identificar comunicações intra e extracardíacas (MACDONALD, 2006). Embora a ecocardiografia seja um exame consagrado para esse tipo de alterações congênitas, o exame radiográfico de tórax ainda é rotineiramente empregado, por sua viabilidade, pelo baixo custo e pela possibilidade de fornecer informações importantes na avaliação do paciente (SCHWEIGMANN; GASSNER; MAURER, 2006; CÔTÉ et al., 2015).

Em conjunto com os sinais clínicos e os achados do exame físico, o exame radiográfico de tórax auxilia na composição da lista de diagnósticos diferenciais e na avaliação da resposta à terapia (MACDONALD, 2006; BAHR, 2013). Portanto, a radiografia de tórax deve ser sempre incluída como exame de triagem na avaliação de rotina de animais com suspeita de cardiopatias (LAMB et al., 2001). Em se tratando de um exame de triagem, a técnica radiográfica de tórax permite ao clínico responder a alguns questionamentos importantes quando a suspeita é cardiopatia congênita, como, por exemplo: "É uma doença cardíaca ou pulmonar?", ou ainda: "O paciente já evoluiu para insuficiência cardíaca congestiva?" (BAINES, 2010).

Os animais com cardiopatia congênita, com manifestações clínicas de moderadas a graves, podem apresentar anormalidades no exame radiográfico de tórax. Apesar de esse método ser capaz de oferecer informações complementares importantes para a conduta clínica do paciente, normalmente não permite



estabelecer o diagnóstico definitivo das doenças, mas apenas identificar algumas de suas consequências (CÔTÉ et al., 2015). A radiografia de tórax é útil na avaliação do tamanho cardíaco, dos grandes vasos e da vascularização pulmonar, principalmente em animais em que a doença está mais avançada (MACDONALD, 2006).

Grande parte dos animais com cardiopatias congênicas são assintomáticos, e o sopro cardíaco geralmente é o primeiro sinal identificado (MACDONALD, 2006). Em seguida, é necessário determinar a importância clínica do sopro, ou seja, caracterizá-lo como patológico, quando há alguma alteração estrutural do coração que o justifique, ou não patológico, quando a estrutura cardíaca é normal (CÔTÉ et al., 2015).

Quando a auscultação revelar um sopro potencialmente patológico em animais jovens, serão necessários exames complementares voltados para a avaliação cardíaca, dada a possibilidade de malformações cardíacas (CÔTÉ et al., 2015). Vale ressaltar que os filhotes são mais suscetíveis a desenvolver doenças pulmonares, e nem sempre a presença de alterações na ausculta cardíaca deve ser relacionada a alguma enfermidade no coração. Os sopros classificados como não patológicos também ocorrem comumente em filhotes e podem confundir clínicos menos experientes (MARTIN; DUKES-McEWAN, 2010; WARE, 2011). Dessa maneira, o radiologista pode se deparar com um exame radiográfico de tórax de difícil interpretação, já que os achados clínicos nem sempre condizem com a principal suspeita. Não obstante, é importante salientar que a radiografia de tórax não permitirá identificar a etiologia do sopro auscultado (CÔTÉ et al., 2015).

Existem discordâncias na literatura quanto à acurácia do exame radiográfico de tórax para identificação de cardiopatias congênicas. Nos trabalhos mais antigos, realizados quando a ecocardiografia não era empregada rotineiramente, os autores descreviam achados específicos para as diferentes doenças cardíacas congênicas (SUTER; LORD, 1971; LEHMKUHL; WARE; BONAGURA, 1994). No entanto, outro autor discorda e refere-se ao exame radiográfico como uma técnica de baixa sensibilidade. Sua pesquisa foi o único trabalho interobservador publicado na medicina veterinária que avaliou a acurácia desse método, e possui vieses na metodologia, como a utilização de um aparelho analógico, a realização de apenas duas projeções e a participação de somente dois observadores (LAMB et al., 2001). Já na medicina humana existem estudos mais novos focados nesse aspecto, cuja

acurácia chega a até 78%, principalmente com relação à avaliação de alterações do padrão pulmonar (TUMKOSIT et al., 2012).

É desejável que o radiologista consiga perceber todos os sinais radiográficos, quer sejam diretos ou indiretos, nas diferentes enfermidades, tendo ciência de que a sua interpretação pode alterar a conduta clínica de um paciente. Para uma adequada interpretação radiográfica de um animal com suspeita de cardiopatia congênita, faz-se necessário o conhecimento da fisiopatogenia das malformações cardíacas. Com base nessas reflexões, o objetivo desta revisão é relacionar os achados fisiopatológicos das principais doenças cardíacas congênitas em cães com a interpretação de alterações diretas e indiretas no exame radiográfico de tórax.

## 2.4 CARDIOPATIAS CONGÊNITAS

O coração é o primeiro órgão a se formar nos animais e surge por meio de uma série de interações morfogênicas envolvendo células embrionárias de diferentes origens (HYUN; LAVULO, 2006). As cardiopatias congênitas decorrem de alterações morfológicas e funcionais do coração e de grandes vasos, ocasionadas por malformações em fases específicas do desenvolvimento embrionário, que persistem após o nascimento (MACDONALD, 2006; BEIJERINK; OYAMA; BONAGURA, 2017).

O termo “congenito” não significa que o defeito seja estritamente hereditário, haja vista a possibilidade de a alteração se apresentar de forma espontânea ou secundária a alguma toxina. No entanto, quando o defeito é ocasionado por mutação espontânea, o indivíduo acometido poderá, potencialmente, transmiti-lo para as futuras gerações (MACDONALD, 2006). Essa mutação genética primária e as influências ambientais sobre o paciente promovem variação significativa da severidade da doença (STRICKLAND; OYAMA, 2016). As principais consequências de tais enfermidades são a inabilidade do coração para manter a pressão arterial e venosa e promover a perfusão adequada dos tecidos com sangue oxigenado (BEIJERINK; OYAMA; BONAGURA, 2017). Por essa razão, as cardiopatias congênitas representam importante causa de morbidade e mortalidade em cães com menos de um ano de idade (BUCHANAN, 1999).

É difícil determinar a incidência das cardiopatias congênitas diagnosticadas em cães, pois a maior parte dessas enfermidades não desencadeiam sinais clínicos ou levam o animal a óbito ainda em fase neonatal. Além disso, existem diferenças regionais com relação às raças, resultando em alteração da frequência dessas doenças (OLIVEIRA et al., 2011).

De acordo com a base de dados da Universidade da Califórnia, em Davis, Estados Unidos, aproximadamente 17% dos cães que passaram pelo serviço de cardiologia num período de dez anos foram diagnosticados com malformações congênitas no coração (MACDONALD, 2006). Em outro estudo de prevalência que incluiu 76.301 cães sem raça definida (SRD), constatou-se apenas 0,13% de alterações congênitas no coração, apontando para menor prevalência de cardiopatias congênitas quando comparado a outros trabalhos que incluíram cães de raças puras (SCHROPE, 2015).

Existem relatos na literatura veterinária a respeito da prevalência dessas doenças em cães e determinadas predisposições raciais (HUNT et al., 1990; MACDONALD, 2006; OLIVEIRA et al., 2011). De acordo com publicações norte-americanas e europeias, as enfermidades mais diagnosticadas na espécie canina são estenose subaórtica (ESA), estenose pulmonar (EP) e persistência do ducto arterioso (PDA) (MACDONALD, 2006; GREGORI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011; SCHROPE, 2015). No entanto, alguns autores também consideram o defeito do septo ventricular (DSV), a displasia de mitral (DM), a displasia de tricúspide (DT) e a tetralogia de Fallot (TFO) como cardiopatias congênitas comuns em cães (TIDHOLM, 1997; BUCHANAN, 1999; BAUMGARTNER; GLAUS, 2003). As principais cardiopatias congênitas e suas consequências fisiopatológicas estão apresentadas no QUADRO 1, que também traz informações quanto a predisposição racial, achados na auscultação, alterações morfológicas e possíveis complicações dessas doenças.

QUADRO 1 - PRINCIPAIS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS DIAGNOSTICADAS EM CÃES, SUAS CONSEQUÊNCIAS FISIOPATOLÓGICAS, PREDISPOSIÇÃO RACIAL, ACHADOS NA AUSCULTAÇÃO, ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS E COMPLICAÇÕES

Cardiopatias congênicas	Raças predispostas	Achados na auscultação	Alterações morfológicas	Complicações
<b>Doenças que causam sobrecarga de volume</b>				
Persistência do ducto arterioso	Bichon fris�, Chihuahua, Cocker Spaniel, Collie, Springer Spaniel, Pastor-Alemão, Keeshond, Labrador Retriever, Maltês, Lulu-da-Pomerânia, Poodle, Pastor de Shetland, Corgi e Yorkshire Terrier	Sopro contínuo na base cardíaca do lado esquerdo	Dilatação do átrio esquerdo e hipertrofia excêntrica do ventrículo esquerdo	Insuficiência cardíaca esquerda, fibrilação atrial, hipertensão arterial pulmonar e síndrome de Eisenmenger
Defeito do septo ventricular	Bulldogue-Inglês, Springer Spaniel, West Highland White Terrier	Sopro sistólico na base cardíaca do lado direito	Dilatação do �trio e ventrículo direito	Insuficiência cardíaca direita e esquerda e síndrome de Eisenmenger
Displasia da valva mitral	Bull Terrier, Pastor-Alemão, Golden Retriever, Dogue-Alemão, Mastiff, Terra-Nova	Sopro sistólico no ápice cardíaco do lado esquerdo	Dilatação do átrio esquerdo e hipertrofia excêntrica do ventrículo esquerdo	Insuficiência cardíaca esquerda e direita, hipertensão pulmonar, fibrilação atrial ou taquicardia supraventricular
Displasia da valva tricúspide	Pastor-Alemão, Golden Retriever, Dogue-Alemão, Labrador Retriever, Weimaraner	Sopro sistólico do lado direito	Dilatação do átrio direito e hipertrofia excêntrica do ventrículo direito	Insuficiência cardíaca direita, fibrilação atrial ou taquicardia supraventricular
<b>Do�en�as que causam sobrecarga de pressão</b>				
Estenose pulmonar	Basset Hound, Beagle, Boxer, Boykin Spaniel, Chihuahua, Chow Chow, Cocker Spaniel, Bulldogue-Inglês, Labrador Retriever, Mastiff, Terra-Nova, Samoieda, Schnauzer e Terriers	Sopro sistólico na base cardíaca do lado esquerdo	Hipertrofia concêntrica do ventrículo direito e dilatação do tronco pulmonar	Insuficiência cardíaca direita, síncope e morte súbita
Estenose subaórtica	Boxer, Pastor-Alemão, Pointer, Golden Retriever, Dogue-Alemão, Terra-Nova, Rottweiler e Samoieda	Sopro sistólico na base cardíaca do lado esquerdo	Hipertrofia concêntrica do ventrículo esquerdo e dilatação do arco aórtico	Insuficiência cardíaca esquerda, fibrilação atrial, síncope e morte súbita

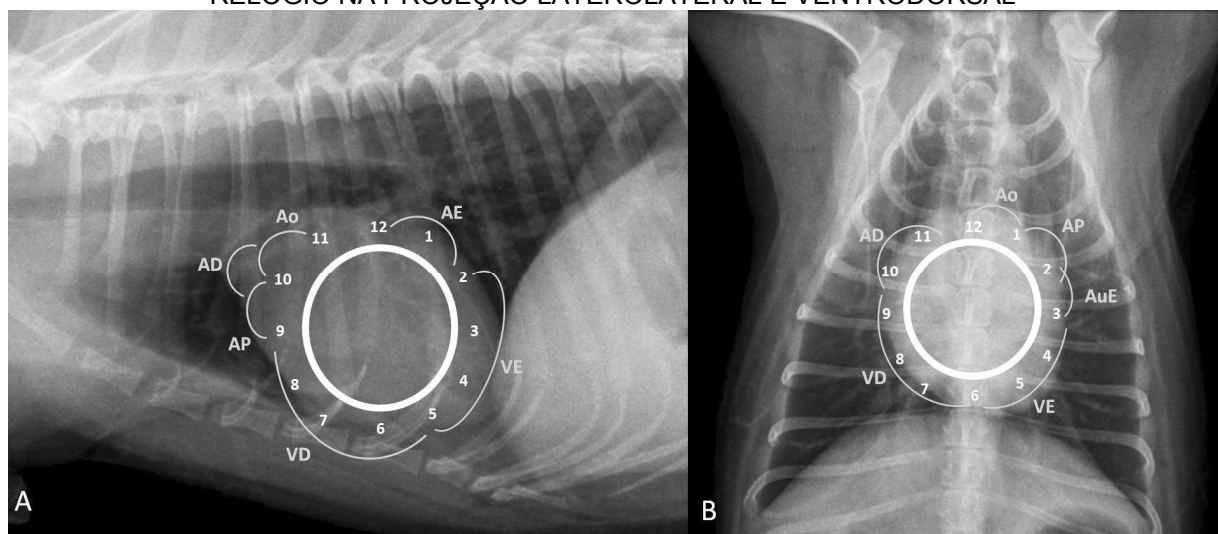
Cardiopatias congênicas	Raças predispostas	Achados na auscultação	Alterações morfológicas	Complicações
<b>Doenças que causam cianose</b>				
Tetralogia de Fallot	Buldogue-Inglês, Keeshond	Sopro sistólico na base cardíaca do lado esquerdo	Hipertrofia concêntrica do ventrículo direito, dilatação do tronco pulmonar, destroposicionamento da aorta e diminuição do lúmen do ventrículo esquerdo	Hipoxemia arterial, diminuição da saturação de oxigênio, cianose e policitemia

FONTE: Adaptado de BEIJERINK; OYAMA; BONAGURA (2017)

## 2.5 INTERPRETAÇÕES RADIOGRÁFICAS DE ALTERAÇÕES CARDÍACAS

A radiografia pode sugerir aumento nas câmaras cardíacas, e, para tal, a silhueta cardíaca pode ser comparada a um relógio nas projeções ventrodorsal (VD) e laterolateral (LL), como demonstrado na FIGURA 1. Isso permite que as protuberâncias ocasionadas por dilatação das estruturas cardíacas sejam identificadas e localizadas utilizando-se a referida analogia (OWENS; BIERLY, 1999; MUHLBAUER; KNELLER, 2013). No entanto, essa comparação serve apenas como um guia geral, pois variações na conformação torácica do paciente podem afetar a aparência e a posição do coração dentro do tórax (THRALL; ROBERTSON, 2016).

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO DA SILHUETA CARDÍACA DE UM CÃO COMPARADA A UM RELÓGIO NA PROJEÇÃO LATEROLATERAL E VENTRODORSAL



FONTE: adaptado de MUHLBAUER; KNELLER (2013) e OWENS; BIERLY (1999)

NOTA: Lateral (A) e Ventrodorsal (B). AD: Átrio Direito. AE: Átrio Esquerdo. Ao: Aorta. AP: Artéria Pulmonar. AuE: Aurícula Esquerda. VD: Ventrículo Direito. VE: Ventrículo Esquerdo.

O aumento do átrio esquerdo na projeção lateral causa abaulamento na região entre 12:00 e 2:00 horas, juntamente com alteração na forma dorsocaudal da silhueta cardíaca, que passa a mostrar uma leve concavidade nessa região. Além disso, visualizam-se elevação da bifurcação traqueal e desvio dorsal da traqueia. Já na projeção VD ou dorsoventral (DV), a dilatação do átrio esquerdo promove aumento da radiopacidade caudal à bifurcação da traqueia e pode ocasionar divergência dos brônquios principais. O aumento de tamanho da aurícula esquerda pode ser identificado pela presença de abaulamento na região entre 2:00 e 3:00 horas na projeção VD (BAHR, 2013; MUHLBAUER; KNELLER, 2013).

O aumento do ventrículo esquerdo na projeção lateral causa abaulamento na região entre 2:00 e 5:00 horas. Além disso, tal câmara estará alongada quando a hipertrofia excêntrica for importante, o que pode desencadear elevação de toda a traqueia intratorácica, reduzindo o ângulo formado entre a traqueia e as vértebras torácicas na projeção lateral. Já na projeção VD, a dilatação do ventrículo esquerdo pode ser visualizada pela presença de abaulamento na região entre 3:00 e 6:00 horas. Essa alteração pode aparentar cardiomegalia generalizada no exame radiográfico de tórax (BAHR, 2013; MUHLBAUER; KNELLER, 2013).

As radiografias são mais sensíveis para a detecção do aumento do ventrículo direito em comparação ao ventrículo esquerdo. Em cães normais, o ventrículo direito corresponde à borda ventral do coração, que está em contato com o esterno. Em geral, o aumento de seu tamanho acentuará a área de contato visualizada na projeção lateral, superando a medida de três espaços intercostais. O aumento do ventrículo direito também pode ser identificado na projeção lateral pela presença de abaulamento na região entre 5:00 e 9:00 horas. Já na projeção VD, a dilatação do ventrículo direito promoverá abaulamento na região entre 6:00 e 9:00 horas. Além disso, quando o tamanho dessa câmara aumenta, ela se projeta de forma mais proeminente para dentro do hemitórax direito, dando à silhueta cardíaca uma forma de letra “D” invertida (BAHR, 2013; MUHLBAUER; KNELLER, 2013).

A identificação de aumento do átrio direito é incomum na radiografia de tórax. Quando essa alteração está visível na projeção lateral, observa-se protuberância ou efeito de massa na região craniodorsal da silhueta cardíaca. Já na projeção VD, visualiza-se abaulamento na região entre 9:00 e 11:00 horas (BAHR, 2013; MUHLBAUER; KNELLER, 2013).

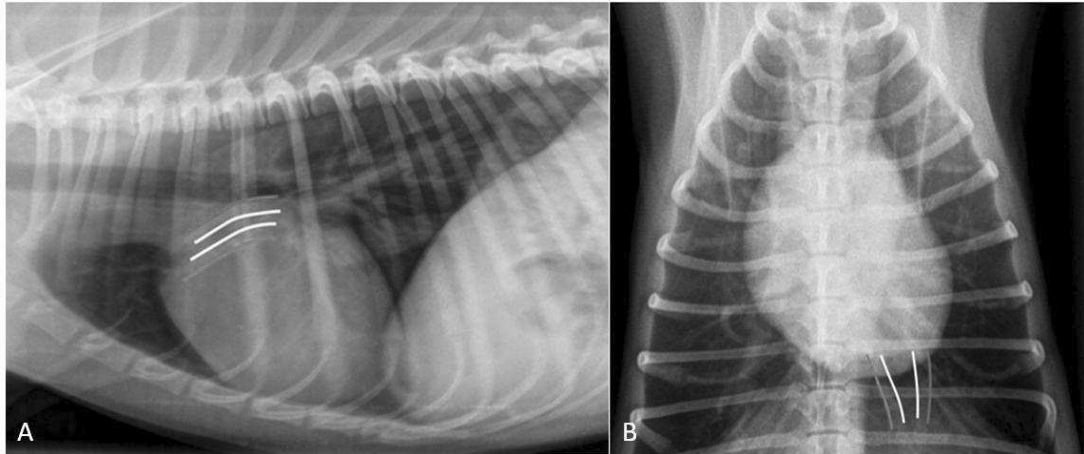
A silhueta cardíaca compreende o coração e a gordura pericárdica, e sua aparência no exame radiográfico de tórax é totalmente dependente do posicionamento do animal. Uma pequena rotação do paciente no momento do exame pode, potencialmente, resultar em avaliação incorreta de aumento das câmaras cardíacas. Além disso, na espécie canina o coração pode apresentar diferentes tamanhos e formatos, dependendo da raça, do escore corporal, da fase respiratória em que a imagem foi obtida e do fato de o animal estar ou não sob sedação. Em animais sedados, a frequência cardíaca pode diminuir, e, com isso, aumentar o volume de sangue dentro das câmaras cardíacas, resultando em expansão da silhueta cardíaca. Por conta dessas limitações, a técnica radiográfica para avaliação do tamanho cardíaco é considerada imprecisa (THRALL; ROBERTSON, 2016).

Devido a essas imprecisões, foi desenvolvido um método para mensuração do tamanho cardíaco que utiliza um sistema de escala vertebral, no qual se busca minimizar as diferenças com relação à conformação do tórax dos cães de raças distintas. Nessa técnica, a soma da largura e do comprimento da silhueta cardíaca é normalizada em relação ao comprimento das vértebras torácicas (BUCHANAN, 2000). A principal limitação desse sistema é que os valores de referência tidos como normais são bastante amplos, e ele se torna mais preciso quando se realizam comparações longitudinais do mesmo paciente (THRALL; ROBERTSON, 2016).

A avaliação radiográfica do tamanho ou da forma cardíaca é incompleta sem a avaliação dos grandes vasos, como a artéria pulmonar e a aorta, e das artérias e veias pulmonares periféricas. A interpretação dos achados referentes aos grandes vasos e vasos pulmonares fornecerá valiosas informações e poderá sugerir determinadas cardiopatias. No pulmão, os vasos do parênquima e as vias aéreas estão dispostos numa tríade artérias/brônquios/veias, com a via aérea (brônquios) sempre posicionada entre a artéria e a veia pulmonar correspondentes. Nas projeções laterais, as artérias estão dorsais e as veias, ventrais, à via aérea. As melhores visualização e diferenciação dessas estruturas se dão no lobo pulmonar cranial direito, com o animal posicionado em decúbito lateral esquerdo, já que esses vasos encontram-se sobrepostos nos lobos pulmonares caudais, como observado na FIGURA 2 (A). Já na projeção VD ou DV, as artérias e veias pulmonares são mais facilmente observadas nos lobos pulmonares caudais, estando as artérias

posicionadas lateralmente e as veias medialmente, intercaladas pela via aérea, como observado na FIGURA 2 (B) (BAHR, 2013).

FIGURA 2 - PROJEÇÃO LATERAL ESQUERDA (A) E VENTRODORSAL (B) DESTACANDO A TRÍADE ARTÉRIAS/BRÔNQUIOS/VEIAS



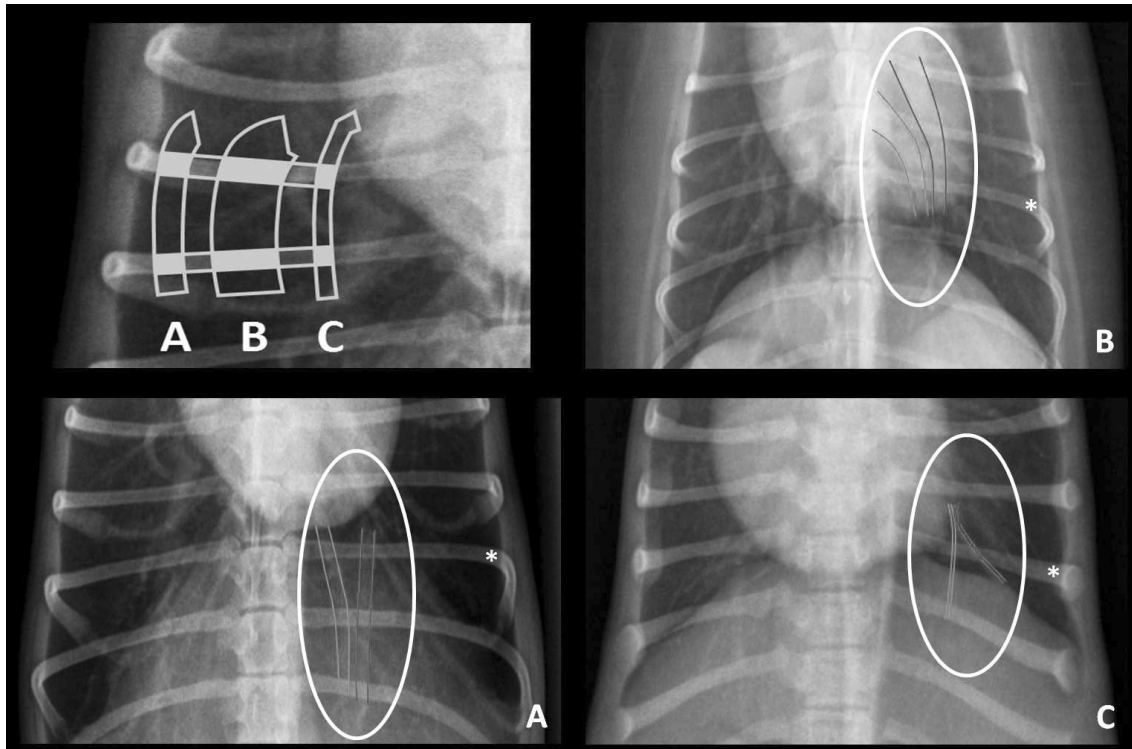
FONTE: adaptado de BAHR (2013)

NOTA: Laterolateral (A) e Ventrodorsal (B). Traço Azul: Veia. Traço Vermelho: Artéria. Traço Branco: Brônquio.

Um método útil para avaliar o tamanho dos vasos pulmonares na radiografia é verificar a forma criada pela sobreposição de imagem da artéria pulmonar com a nona costela. Em cães normais, essa sobreposição deve formar uma imagem semelhante ao quadrado, contendo lados de igual comprimento. Nos casos em que a artéria pulmonar se encontra dilatada, a imagem formada será semelhante a um retângulo, sendo a largura maior do que a altura. Já nos casos em que a artéria pulmonar se encontra diminuída, também haverá a formação de uma imagem semelhante a um retângulo; no entanto, a altura será maior que o comprimento, como demonstrado na FIGURA 3 (BAHR, 2013).



FIGURA 3 - REPRESENTAÇÃO DA SOBREPOSIÇÃO DE IMAGEM CRIADA PELA ARTÉRIA PULMONAR COM A COSTELA EM UM CÃO



FONTE: adaptado de BAHR (2013)

NOTA: Artéria de tamanho normal (A), aumentada (B) e diminuída (C). Linha Vermelha: Artéria. Linha Azul: Veia. Asterisco: Nona Costela.

A avaliação do tamanho e a simetria das artérias e veias pulmonares periféricas pode ajudar a identificar o aumento ou a diminuição da circulação pulmonar. Relacionando esses achados com a fisiopatogenia de cada cardiopatia congênita, é possível presumir como será o padrão vascular encontrado na radiografia de tórax. Por exemplo, as doenças que causam comunicação da esquerda para a direita incrementam o fluxo sanguíneo pulmonar, aumentando o diâmetro e a proeminência das artérias e veias pulmonares, ao passo que nas estenoses, como a estenose pulmonar, o fluxo pulmonar é reduzido, resultando em diminuição do diâmetro das artérias e veias pulmonares (BEIJERINK; OYAMA; BONAGURA, 2017).

Além disso, a inspeção dos grandes vasos também pode trazer informações adicionais sobre o defeito cardíaco. A dilatação pós-estenótica da aorta ascendente proximal, vista como um abaulamento na região entre 11:30 e 12:30 na projeção VD, é uma alteração característica de estenose subaórtica. Por outro lado, a dilatação da aorta descendente proximal e do tronco pulmonar, vista como um abaulamento na região entre 1:00 e 2:00 horas na projeção VD, é característica de persistência do

ducto arterioso. A dilatação do tronco pulmonar também pode ser observada como consequência da estenose pulmonar, de hipertensão pulmonar ou do aumento do fluxo sanguíneo pulmonar devido à comunicação da esquerda para a direita (BAHR, 2013; MUHLBAUER; KNELLER, 2013; BEIJERINK; OYAMA; BONAGURA, 2017). Os achados radiográficos das cardiopatias congênicas mais comuns são discutidos e correlacionados com sua fisiopatogenia no QUADRO 2.

QUADRO 2 - PRINCIPAIS CARDIOPATIAS CONGÊNICAS E SEUS ACHADOS NO EXAME RADIOGRÁFICO DE TÓRAX

Cardiopatia congênita	Aumento das câmaras cardíacas	Padrão dos vasos pulmonares	Outros
Persistência do ducto arterioso	AE, VE, cardiomegalia	Aumento das veias pulmonares	Abaulamento do tronco pulmonar e da aorta descendente Edema pulmonar*
Defeito do septo ventricular	AE, VE, VD	Aumento das veias e artérias pulmonares	Abaulamento do tronco pulmonar Edema pulmonar*
Displasia da valva mitral	AE, VE	Aumento das veias pulmonares	Edema pulmonar*
Displasia da valva tricúspide	AD, VD	Aumento da veia cava caudal	Hepatomegalia
Estenose subaórtica	AE, VE	Normal	Cintura cardíaca cranial abaulada (aorta ascendente)
Estenose pulmonar	AD, VD, "D" invertido	Normal/ diminuído	Abaulamento do tronco pulmonar
Tetralogia de Fallot	AD, VD	Diminuído Vasos bronquiais proeminentes	Tronco pulmonar normal / diminuído Abaulamento da aorta cranial (lateral)

FONTE: adaptado de MACDONALD(2006) e BAHR (2013)

NOTA: AE, Átrio Esquerdo; AD, Átrio Direito; VE, Ventrículo Esquerdo; VD, Ventrículo Direito. Os aumentos das câmaras e dos vasos devem ser correlacionados à severidade morfológica da lesão.

\*O edema pulmonar é identificado quando o animal está descompensado e se apresenta com insuficiência cardíaca congestiva esquerda no momento da execução do exame radiográfico.

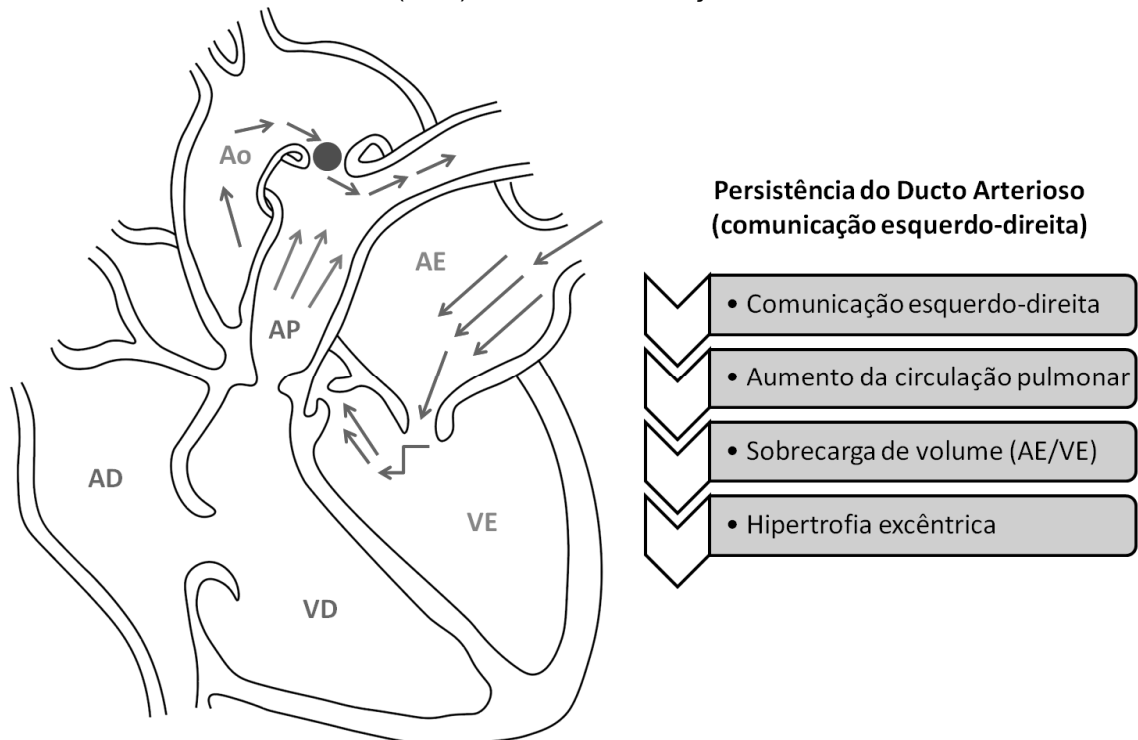
## 2.6 PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO

O ducto arterioso é uma estrutura presente durante a fase fetal cuja função é desviar o sangue da artéria pulmonar para a aorta, evitando sua passagem pelos pulmões ainda não formados. A persistência do ducto arterioso (PDA) ocorre quando

há falha do fechamento dessa estrutura após o nascimento, formando uma comunicação entre o tronco pulmonar e a aorta descendente, comumente da esquerda para a direita, pela maior pressão da câmara cardíaca esquerda. Consequentemente, ocorre aumento da vascularização pulmonar, levando à sobrecarga de volume no átrio e no ventrículo esquerdo, que gera o remodelamento das câmaras cardíacas (hipertrofia excêntrica) e a insuficiência cardíaca congestiva (MARTIN; DUKES-McEWAN, 2010; SAUNDERS et al., 2014; TOOM, et al., 2016; BEIJERINK; OYAMA; BONAGURA, 2017).

O entendimento da fisiopatogenia da PDA (FIGURA 4) ajuda a compreender os achados radiográficos dessa doença (FIGURA 5). No exame radiográfico, pode-se observar aumento do ventrículo esquerdo, da aurícula esquerda e do átrio esquerdo, e dilatação do tronco pulmonar e da aorta descendente. No entanto, essas últimas três alterações só ocorrem em 25% dos pacientes. Também é possível visualizar o aumento do diâmetro das veias pulmonares, que decorre do aumento da circulação pulmonar (MARTIN; DUKES-McEWAN, 2010; BEIJERINK; OYAMA; BONAGURA, 2017). A congestão pulmonar persistente pode desencadear edema pulmonar, que é observado no exame radiográfico pela presença de opacificação intersticial não estruturada (edema pulmonar intersticial em fase inicial). Contudo, é possível que haja evolução para opacificação alveolar (edema pulmonar alveolar em fase avançada), especialmente nos lobos pulmonares caudais (BAHR, 2013).

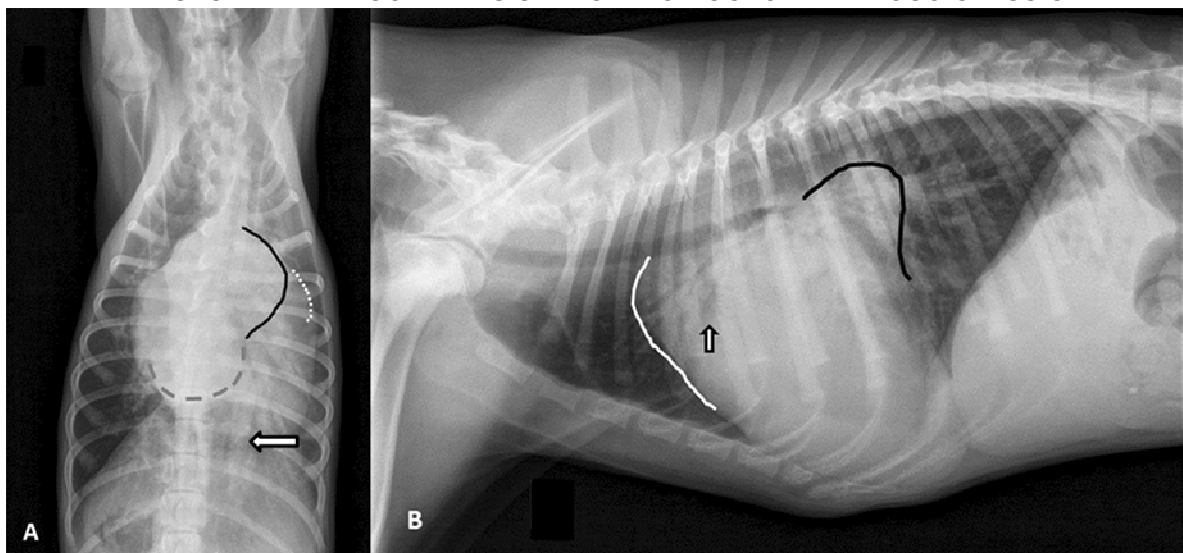
FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO (PDA) COM COMUNICAÇÃO ESQUERDO-DIREITA



FONTE: adaptado de BONAGURA; LEHMKUHL (1999) e STRICKLAND; OYAMA (2016)

NOTA: AD: Átrio Direito. AE: Átrio Esquerdo. Ao: Aorta. AP: Artéria Pulmonar. VD: Ventrículo Direito. VE: Ventrículo Esquerdo. Setas Azuis: Sangue Hipoxigenado. Setas Vermelhas: Sangue Hiperoxigenado. Círculo Roxo: Malformação Congênita.

FIGURA 5 - EXAMES RADIOGRÁFICOS COMPUTADORIZADOS DE UM CÃO COM CINCO MESES DE IDADE COM PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO CLÁSSICA



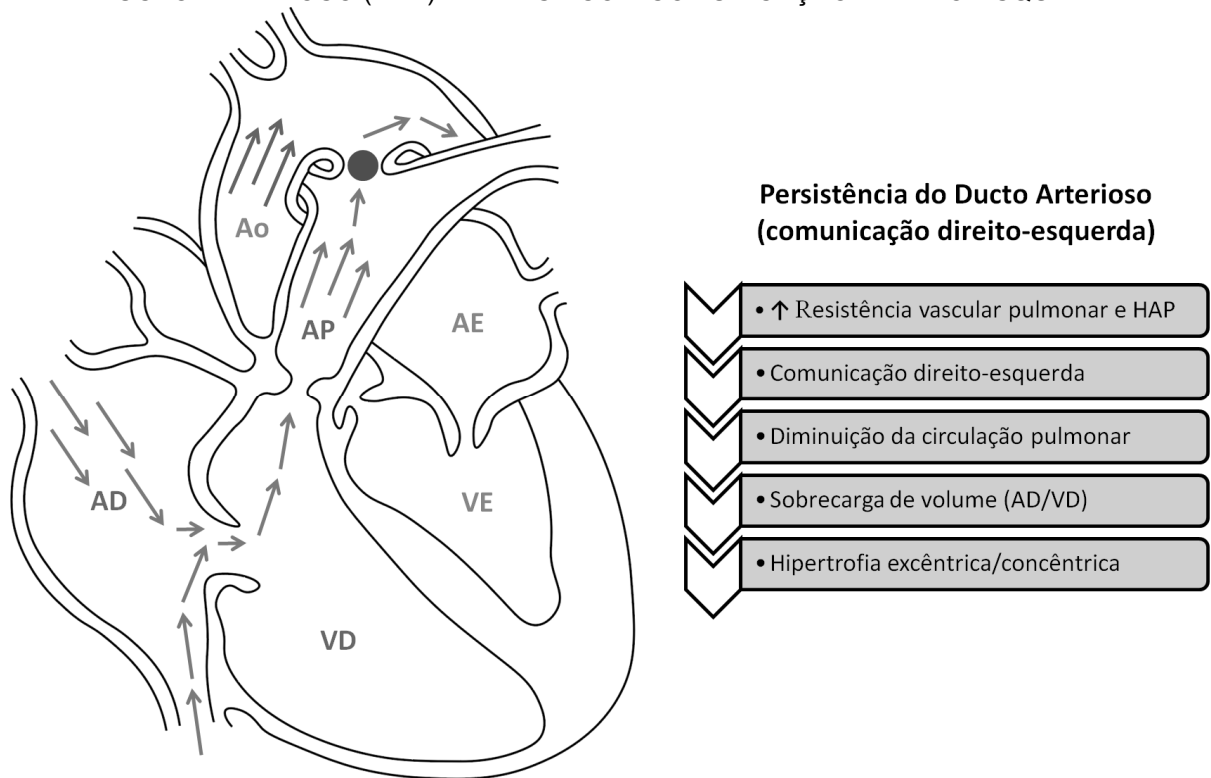
FONTE: ARQUIVO PESSOAL

NOTA: Projeção dorsoventral demonstrando abaulamento na região de arco aórtico (traço preto), leve abaulamento na região de tronco das artérias pulmonares (tracejado branco), importante efeito de sobreposição na bifurcação de brônquios principais, decorrente do aumento do átrio esquerdo nessa projeção (tracejado cinza), e aumento do diâmetro de artéria e veia pulmonares lobar caudal esquerda, indicando sobrecarga de volume (seta). Além disso, a silhueta cardíaca apresenta-se

desviada para a esquerda e com a borda do ventrículo esquerdo mais retilínea, o que também aponta para o aumento dessa câmara (A). projeção lateral direita demonstrando importante aumento do átrio esquerdo (traço preto), abaulamento na região de tronco das artérias pulmonares e/ou átrio direito (por essa modalidade) (traço branco). aumento do diâmetro das artérias e veias pulmonares craniais indicando sobrecarga (B). Persistência de ducto arterioso confirmada pelo exame ecocardiográfico.

A PDA com comunicação esquerdo-direita é considerada por alguns autores como a cardiopatia congênita mais comum em cães (BUCHANAN; PATTERSON, 2003; MACDONALD, 2006; OLIVEIRA et al., 2011; SCHROPE, 2015). No entanto, a PDA com comunicação direito-esquerda (PDA reversa) é rara e pouco discutida em publicações médico-veterinárias (ARORA, 2001; CÔTÉ; ETTINGER, 2001). Tal condição pode ocorrer pelo desenvolvimento da síndrome de Eisenmenger, quando o ducto arterioso for largo o suficiente para promover comunicação importante entre a aorta e a artéria pulmonar. Nessas situações, a equalização da pressão entre a circulação pulmonar (artéria pulmonar) e a circulação sistêmica (aorta) é atribuída a alterações microscópicas irreversíveis nas arteríolas pulmonares, incluindo hipertrofia, fibrose e obliteração dessas estruturas (MACDONALD, 2005). Com o passar do tempo, há aumento da resistência vascular pulmonar, superando a resistência vascular sistêmica, cuja principal consequência é a reversão do sentido do fluxo sanguíneo, que passa a fluir da direita para a esquerda (BUCHANAN, 2001; SARRAFF-LOPES; GIANNICO, 2014). Outra possibilidade para o surgimento da PDA reversa é a existência de hipertensão pulmonar primária nos casos em que ocorre persistência da circulação pulmonar fetal. Nesse caso a pressão do lado direito do coração permanece maior que a pressão do lado esquerdo após o nascimento (FERASIN; RIZZO; DARKE, 2005). A principal consequência da PDA reversa reside no fato de o sangue não oxigenado que sai da artéria pulmonar se misturar com o sangue oxigenado na aorta descendente, causando cianose na porção caudal do corpo do animal. Radiograficamente, pode-se observar o aumento do átrio e do ventrículo direito e a diminuição da circulação pulmonar (MACDONALD, 2005). A fisiopatologia da PDA reversa e suas consequências estão representadas na FIGURA 6.

FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO (PDA) REVERSA COM COMUNICAÇÃO DIREITO-ESQUERDA



FONTE: adaptado de BONAGURA; LEHMKUHL (1999) e STRICKLAND; OYAMA (2016)

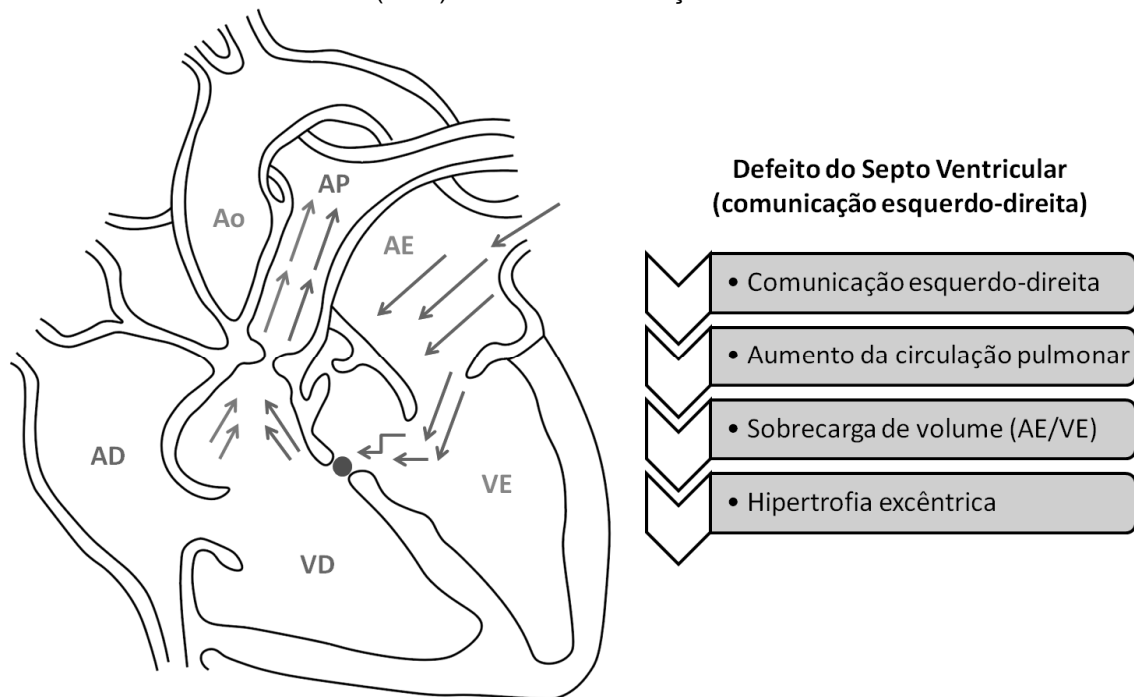
NOTA: AD: Átrio Direito. AE: Átrio Esquerdo. Ao: Aorta. AP: Artéria Pulmonar. HAP: Hipertensão Arterial Pulmonar. VD: Ventrículo Direito. VE: Ventrículo Esquerdo. Setas Azuis: Sangue Hipoxigenado. Setas Vermelhas: Sangue Hiperoxigenado. Círculo Roxo: Malformação Congênita.

## 2.7 DEFEITO DO SEPTO VENTRICULAR

Durante o desenvolvimento embrionário do coração, os átrios e ventrículos constituem uma única cavidade que, posteriormente, se subdivide em quatro câmaras, devido ao crescimento do septo atrial e ventricular (McGEADY et al., 2017). As alterações no desenvolvimento embrionário do septo ventricular podem resultar em defeito e, conseqüentemente, em comunicação interventricular (BEIJERINK et al., 2017). Geralmente esse defeito acomete a região mais alta do septo ventricular, próximo ao ânulo valvar na sua porção membranosa. Também podemos caracterizar o defeito do septo ventricular como perimembranoso, quando, além da região membranosa, parte da porção muscular do septo estiver acometida. Em seres humanos, essas formas de defeito frequentemente se ocluem de forma espontânea; no entanto, esse tipo de defeito raramente é relatado em animais. Além disso, ele pode acometer apenas a porção muscular do septo (THOMAS, 2005).

Após o nascimento, a pressão sistólica no ventrículo esquerdo supera quatro a cinco vezes a do ventrículo direito. Dessa forma, o fluxo sanguíneo segue da esquerda para a direita através do defeito do septo ventricular (DSV) (BEIJERINK; OYAMA; BONAGURA, 2017). O sangue desviado para o ventrículo direito é imediatamente ejetado na artéria pulmonar, evitando sobrecarga de volume no ventrículo direito (MACDONALD, 2006). No entanto, o volume de sangue na circulação pulmonar se intensifica e, conseqüentemente, o retorno sanguíneo no átrio e no ventrículo esquerdo também aumentam, gerando sobrecarga de volume nessas câmaras e hipertrofia excêntrica do ventrículo esquerdo (FIGURA 7) (MARTIN; DUKES-McEWAN, 2010).

FIGURA 7 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DO DEFEITO DO SEPTO VENTRICULAR (DSV) COM COMUNICAÇÃO DA ESQUERDO-DIREITA



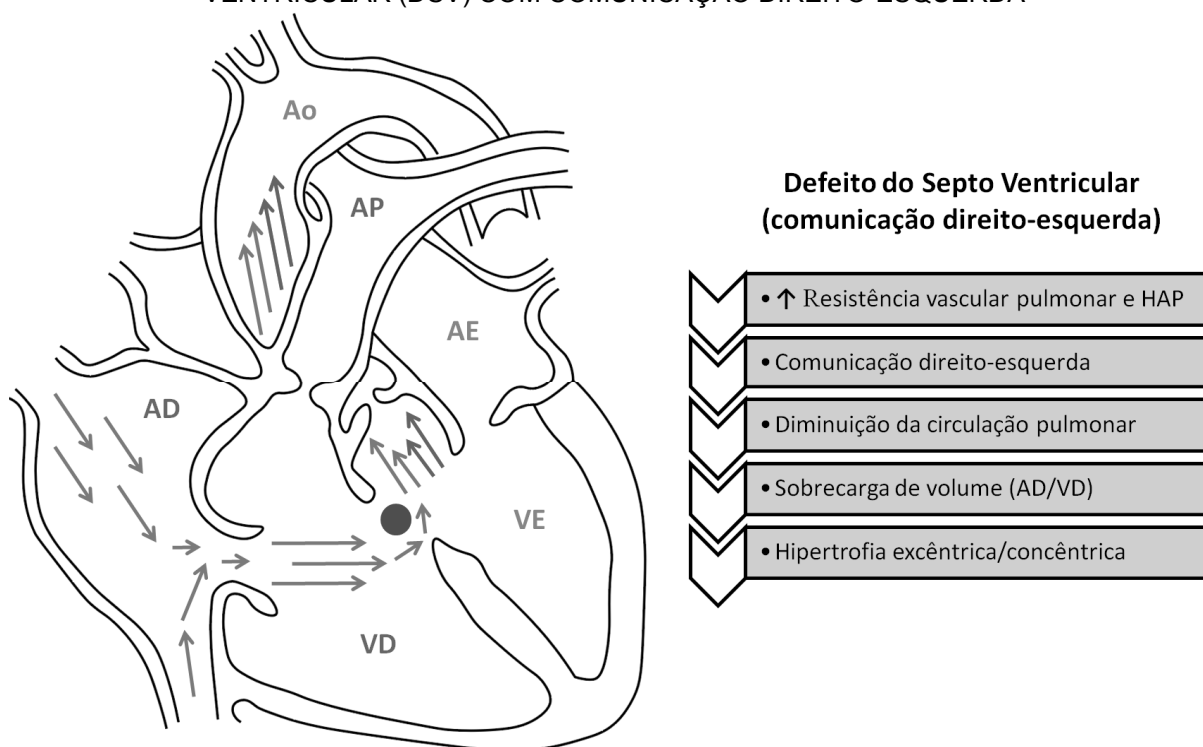
FONTE: adaptado de BONAGURA; LEHMKUHL (1999) e STRICKLAND; OYAMA (2016)

NOTA: AD: Átrio Direito. AE: Átrio Esquerdo. Ao: Aorta. AP: Artéria Pulmonar. VD: Ventrículo Direito. VE: Ventrículo Esquerdo. Setas Azuis: Sangue Hipoxigenado. Setas Vermelhas: Sangue Hiperoxigenado. Círculo Roxo: Malformação Congênita.

As consequências dessa comunicação são determinadas principalmente pelo diâmetro do defeito e pela diferença de pressão sistólica entre os ventrículos esquerdo e direito (BEIJERINK; OYAMA; BONAGURA, 2017). Defeitos menores oferecem maior resistência, e, com isso, sopros altos são auscultados. No entanto, esse tipo de alteração geralmente não traz consequências hemodinâmicas

importantes. Por outro lado, defeitos maiores oferecem menor resistência e estão associados a sopros mais discretos e alterações hemodinâmicas importantes, como o desenvolvimento da síndrome de Eisenmenger (MARTIN; DUKES-McEWAN, 2010). Tal condição se inicia com uma comunicação importante da esquerda para a direita, que posteriormente evolui para comunicação da direita para a esquerda. O aumento do volume sanguíneo na circulação pulmonar desencadeia alterações estruturais das arteríolas pulmonares de forma progressiva, resultando em maior resistência vascular nessas estruturas e hipertensão arterial pulmonar. A reversão do sentido do fluxo sanguíneo se dá quando a pressão arterial pulmonar supera a pressão arterial sistêmica, como representado pela FIGURA 8 (MACDONALD, 2006; SARRAFF-LOPES; GIANNICO, 2014).

FIGURA 8 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DO DEFEITO DO SEPTO VENTRICULAR (DSV) COM COMUNICAÇÃO DIREITO-ESQUERDA



FONTE: adaptado de BONAGURA; LEHMKUHL (1999) e STRICKLAND; OYAMA (2016)

NOTA: AD: Átrio Direito. AE: Átrio Esquerdo. Ao: Aorta. AP: Artéria Pulmonar. HAP: Hipertensão Arterial Pulmonar. VD: Ventrículo Direito. VE: Ventrículo Esquerdo. Setas Azuis: Sangue Hipoxigenado. Setas Vermelhas: Sangue Hiperoxigenado. Círculo Roxo: Malformação Congênita.

A intensidade dos sinais radiográficos também depende da quantidade de sangue desviado pelo DSV. Em defeitos menores, o exame radiográfico de tórax pode não mostrar alterações, mas em defeitos maiores as artérias e veias



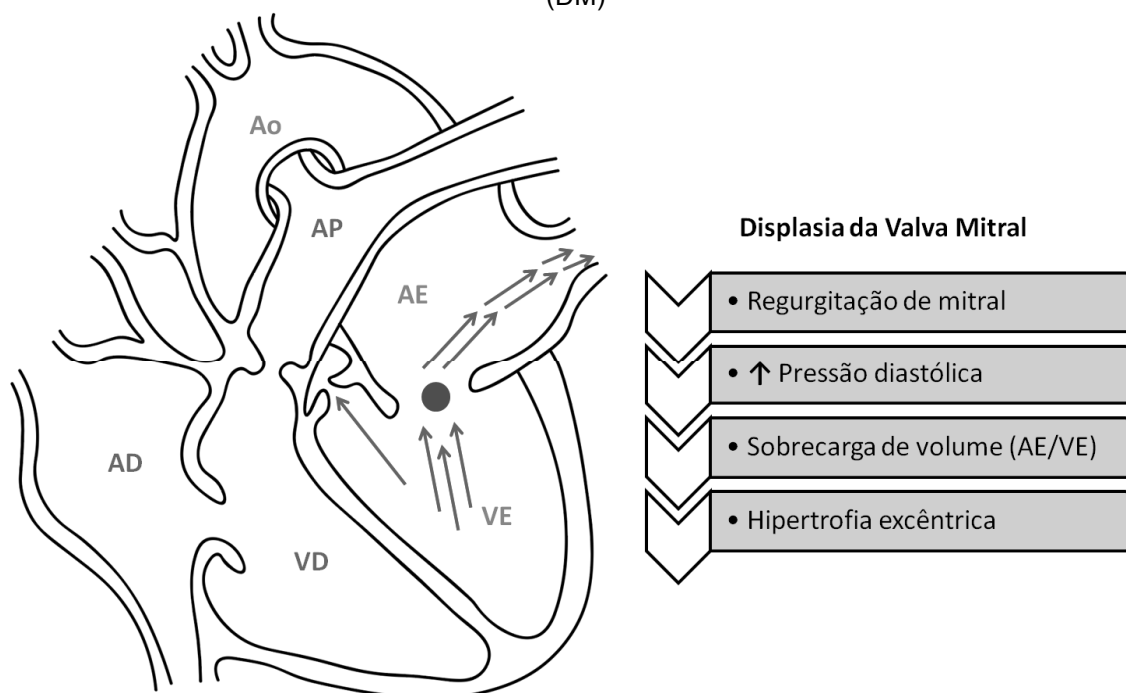
pulmonares, assim como o átrio e o ventrículo esquerdo, podem aumentar, devido à intensificação do fluxo sanguíneo pulmonar. Na síndrome de Eisenmenger é possível observar aumento do átrio e do ventrículo direito e hipocirculação pulmonar (MACDONALD, 2006; MARTIN; DUKES-McEWAN, 2010; BAHR, 2013).

## 2.8 DISPLASIA DA VALVA MITRAL

A displasia de mitral (DM) diz respeito a uma malformação da valva mitral ou do seu aparato, incluindo cordas tendíneas encurtadas ou alongadas, inserção da cúspide valvular diretamente na musculatura papilar, folhetos valvulares encurtados, espessados, chanfrados ou apresentando prolapso, malformação da musculatura papilar e dilatação do ânulo valvar. Esses defeitos da valva mitral levam a insuficiência, e, conseqüentemente, os pacientes com essa afecção apresentarão regurgitação mitral que pode variar de discreta a severa (WARE, 2011).

A regurgitação mitral severa promove elevação da pressão diastólica do ventrículo esquerdo, do átrio esquerdo e das veias pulmonares (MACDONALD, 2006). A sobrecarga de volume nessas câmaras resulta em hipertrofia excêntrica e insuficiência cardíaca congestiva esquerda (FIGURA 9), cuja principal consequência é o edema pulmonar (STRICKLAND; OYAMA, 2016). O edema pulmonar já foi verificado em 75% dos cães com DM em um estudo (LITU; TILLEY, 1975). Dessa forma, no exame radiográfico de tórax observa-se aumento do átrio e do ventrículo esquerdo e, quando há insuficiência cardíaca congestiva, visualizam-se dilatação das veias pulmonares e presença de infiltrados intersticiais tendendo a alveolares na região caudodorsal dos pulmões (MACDONALD, 2006).

FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA DISPLASIA DE MITRAL (DM)



FONTE: adaptado de BONAGURA; LEHMKUHL (1999) e STRICKLAND; OYAMA (2016)

NOTA: AD: Átrio Direito. AE: Átrio Esquerdo. Ao: Aorta. AP: Artéria Pulmonar. VD: Ventrículo Direito. VE: Ventrículo Esquerdo. Setas Azuis: Sangue Hipoxigenado. Setas Vermelhas: Sangue Hiperoxigenado. Círculo Roxo: Malformação Congênita.

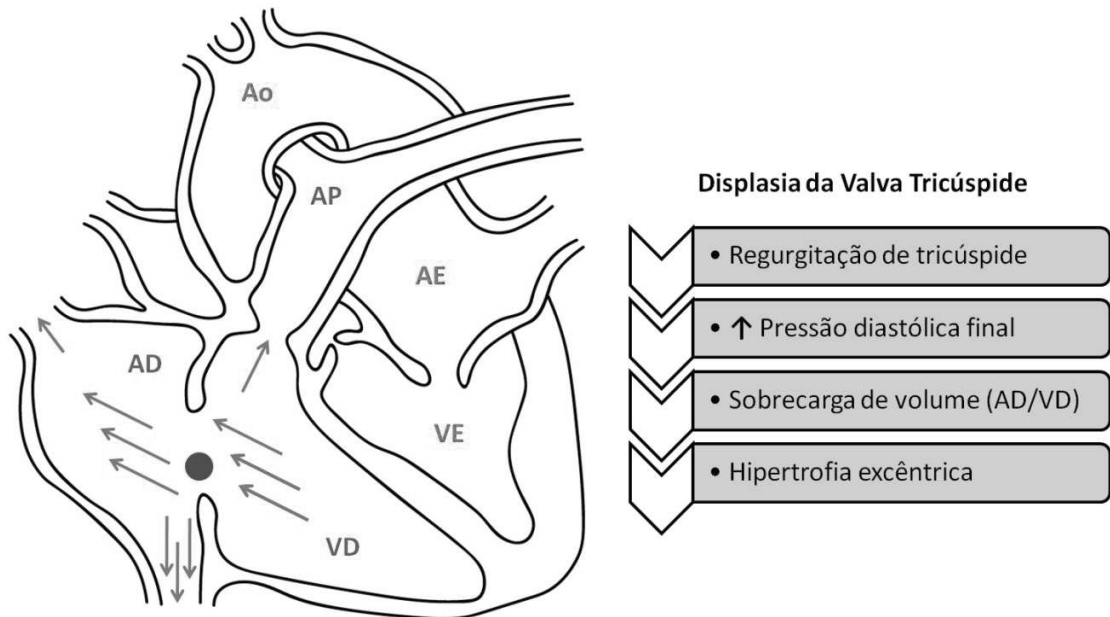
## 2.9 DISPLASIA DA VALVA TRICÚSPIDE

A displasia de tricúspide (DT) é caracterizada pela malformação da valva tricúspide e de seu aparato. Essa doença inclui uma série de defeitos, tais como folhetos valvares encurtados, espessados ou chanfrados, cordas tendíneas encurtadas, fusionadas ou ausentes, ou ainda folhetos inseridos diretamente na musculatura papilar (ARAI et al., 2011). Em alguns casos a valva tricúspide está inserida mais ventralmente no ventrículo direito, recebendo tal condição o nome de anomalia de Ebstein (WARE, 2011).

A regurgitação da valva tricúspide ocorre de forma secundária à movimentação restrita do folheto valvular (ARAI et al., 2011). Essa regurgitação pode causar elevação da pressão diastólica final do ventrículo direito e do átrio direito, resultando em insuficiência cardíaca congestiva do lado direito quando a pressão do átrio direito excede 10 a 15 mmHg. A fisiopatologia da DT é semelhante à da degeneração da valva tricúspide adquirida, na qual a sobrecarga de volume no átrio e no ventrículo direito promove a hipertrofia excêntrica dessas câmaras

(STRICKLAND; OYAMA, 2016) (FIGURA 10). Na radiografia de tórax é possível visualizar aumento do átrio e do ventrículo direito, dilatação da veia cava caudal e hepatomegalia (MACDONALD, 2006). Os achados radiográficos de um cão com displasia de mitral e tricúspide associados podem ser observados na FIGURA 11.

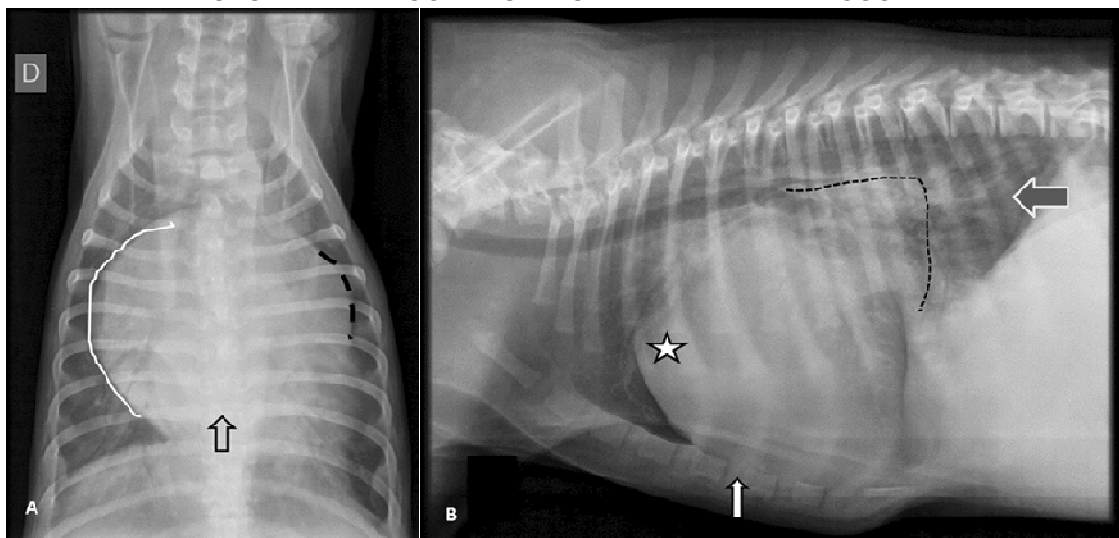
FIGURA 10 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA DISPLASIA DE TRICÚSPIDE (DT)



FONTE: adaptado de BONAGURA; LEHMKUHL (1999) e STRICKLAND; OYAMA (2016)

NOTA: AD: Átrio Direito. AE: Átrio Esquerdo. Ao: Aorta. AP: Artéria Pulmonar. VD: Ventrículo Direito. VE: Ventrículo Esquerdo. Setas Azuis: Sangue Hipoxigenado. Setas Vermelhas: Sangue Hiperoxigenado. Círculo Roxo: Malformação Congênita.

FIGURA 11 - EXAMES RADIOGRÁFICOS COMPUTADORIZADOS DE UM CÃO COM TRÊS MESES DE IDADE COM DISPLASIA DE MITRAL E TRICÚSPIDE



FONTE: ARQUIVO PESSOAL

NOTA: A) Projeção ventrodorsal demonstrando aumento generalizado da silhueta cardíaca, na qual se nota área de sobreposição de imagem em região de bifurcação dos brônquios principais (AE)

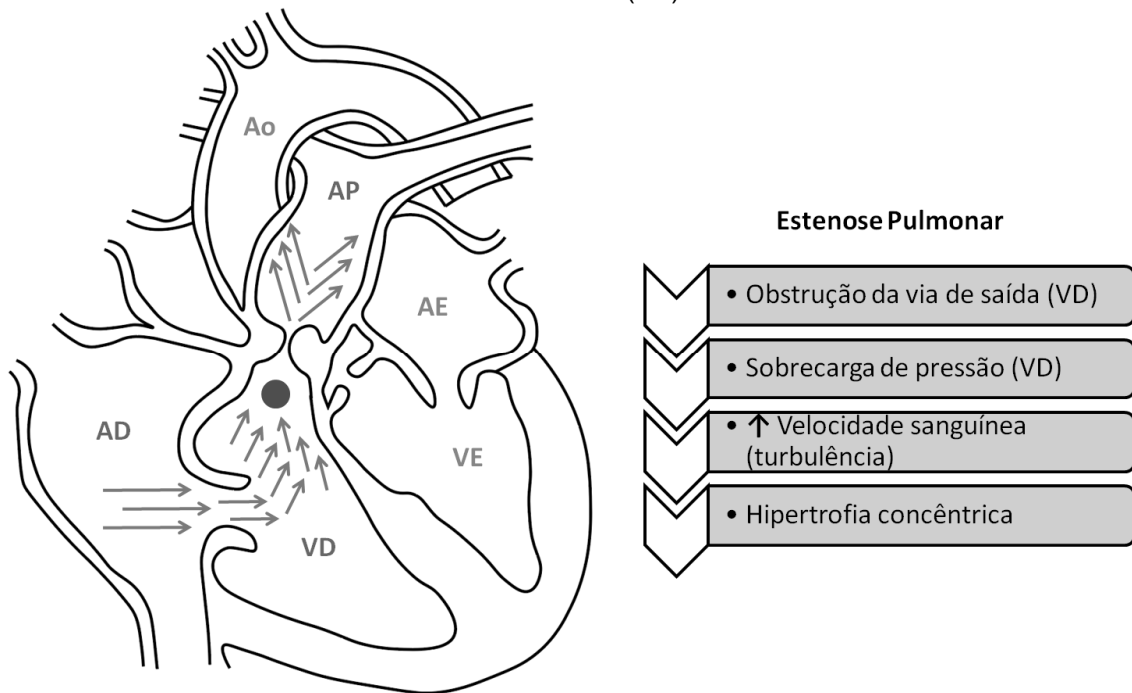
(seta), abaulamento entre 2:00 e 3:00 horas (aurícula esquerda) (tracejado preto) e sinal de D invertido demonstrando aumento das câmaras direitas (traço branco). B) Projeção laterolateral direita demonstrando importante aumento da silhueta cardíaca (mais que 4 EIC), maior contato da silhueta com o esterno (seta branca) e desvio dorsal da traqueia. Visualizam-se ainda importante aumento do átrio esquerdo (tracejado preto) e abaulamento no átrio direito (estrela). Opacificação alveolar pulmonar em lobos caudais dorsais (seta cinza), o que dificulta a observação dos vasos pulmonares, indicando edema pulmonar cardiogênico associado. Cardiomegalia generalizada e bilateral. Displasia de mitral e tricúspide confirmada pelo exame ecocardiográfico.

## 2.10 ESTENOSE PULMONAR

A estenose pulmonar (EP) ocorre quando a valva pulmonar apresenta um defeito congênito, que pode ser a fusão dos folhetos valvares ou a displasia (malformação) das válvulas e dos seus aparatos. O defeito mais comum visto nessa enfermidade é a displasia da valva pulmonar, caracterizada principalmente por assimetria ou espessamento. No entanto, a estenose também pode ser supra ou subvalvar, quando o estreitamento está localizado acima ou abaixo da valva pulmonar (RISTIC et al., 2001; STRICKLAND; OYAMA, 2016).

A alteração nessa estrutura anatômica impede que o fluxo sanguíneo passe normalmente pela via de saída do ventrículo direito, pois o orifício pelo qual o sangue é ejetado se encontra diminuído, o que gera sobrecarga de pressão no ventrículo direito (TOBIAS; STAUTHAMMER, 2010). Dessa forma, ocorre hipertrofia concêntrica do ventrículo direito, que pode levar a isquemia do miocárdio (FUJII et al., 2007). Além disso, a maior velocidade com que o sangue passa através da valva pulmonar estenosada gera turbulência e promove dilatação pós-estenótica do tronco pulmonar principal. O átrio direito também pode sofrer dilatação pela alta pressão de enchimento do ventrículo direito, o que predispõe a insuficiência cardíaca congestiva direita. A EP pode ser classificada como leve, moderada e severa por meio da estimativa do gradiente de pressão obtido pelo método Doppler (STRICKLAND; OYAMA, 2016), e suas consequências clínicas e fisiopatológicas (FIGURA 12) estão diretamente relacionadas à magnitude do estreitamento.

FIGURA 12 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA ESTENOSE PULMONAR (EP)

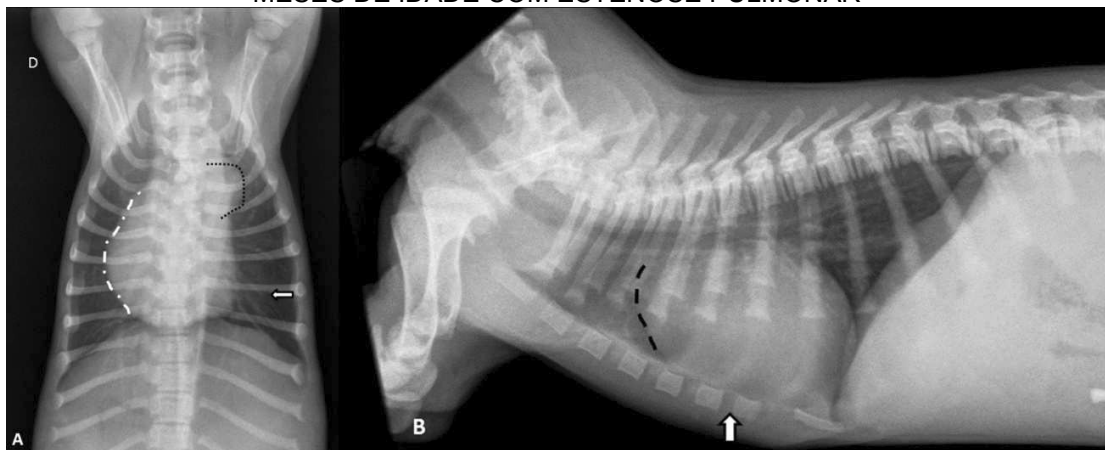


FONTE: adaptado de BONAGURA; LEHMKUHL (1999) e STRICKLAND; OYAMA (2016)

NOTA: AD: Átrio Direito. AE: Átrio Esquerdo. Ao: Aorta. AP: Artéria Pulmonar. VD: Ventrículo Direito. VE: Ventrículo Esquerdo. Setas Azuis: Sangue Hipoxigenado. Setas Vermelhas: Sangue Hiperoxigenado. Círculo Roxo: Malformação Congênita.

No exame radiográfico é possível observar abaulamento na região do tronco pulmonar principal e aumento do ventrículo direito. A vascularização pulmonar pode estar normal ou diminuída quando o paciente evolui para insuficiência cardíaca congestiva direita, devido à redução do volume sanguíneo ejetado para os vasos pulmonares (FIGURA 13) (BAHR, 2013).

FIGURA 13 - EXAMES RADIOGRÁFICOS COMPUTADORIZADOS DE UM CÃO COM DOIS MESES DE IDADE COM ESTENOSE PULMONAR



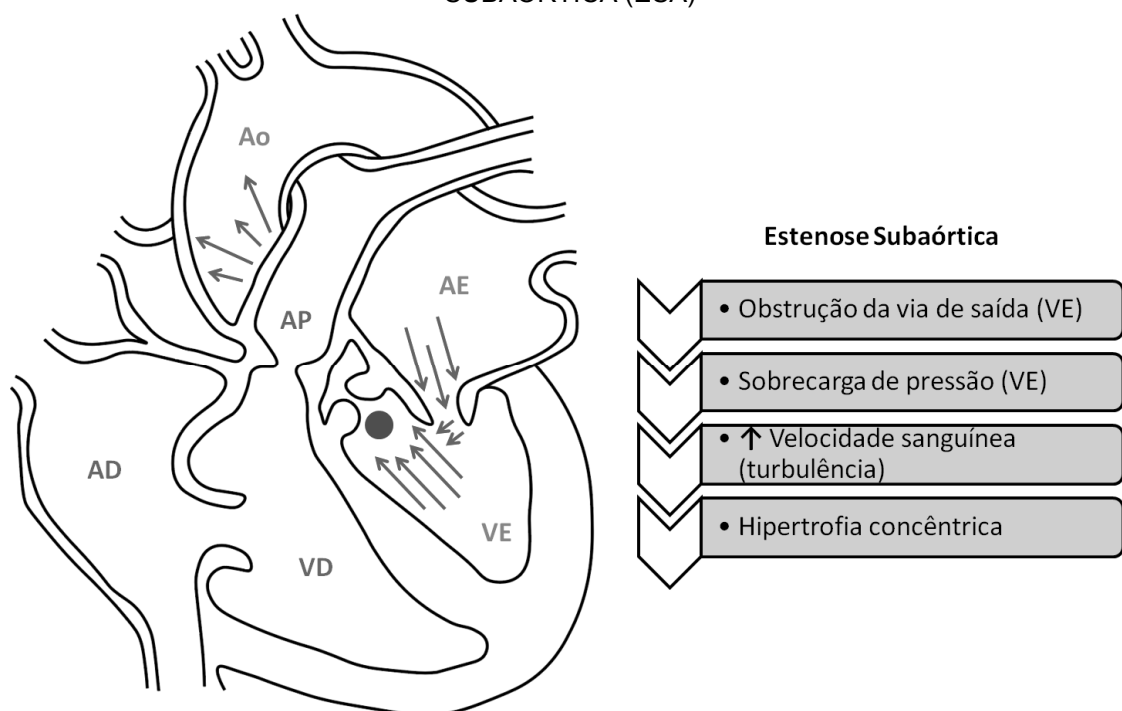
FONTE: ARQUIVO PESSOAL

NOTA: A) projeção ventrodorsal demonstrando importante abaulamento entre 1:00 e 2:00 horas em região do tronco das artérias pulmonares (tracejado preto), abaulamento em forma de D invertido (tracejado branco) indicando aumento das câmaras cardíacas direitas e redução do calibre dos vasos pulmonares no lobo pulmonar caudal esquerdo (seta branca). B) projeção laterolateral direita demonstrando aumento generalizado da silhueta cardíaca, maior contato do coração com o esterno, indicando aumento de ventrículo direito (seta branca), e abaulamento entre 9:00 e 11:00 horas indicando aumento na região de tronco das artérias pulmonares e/ou no átrio direito (tracejado preto). Estenose pulmonar confirmada pelo exame ecocardiográfico.

## 2.11 ESTENOSE SUBAÓRTICA

A estenose subaórtica (ESA) é caracterizada pela obstrução da via de saída do ventrículo esquerdo por um anel fibroso ou muscular localizado abaixo da valva aórtica (subvalvar). Embora também possa ocorrer estenose valvar, a forma subvalvar é a mais comum nessa região (STRICKLAND; OYAMA, 2016). O estreitamento da via de saída gera sobrecarga de pressão no ventrículo esquerdo e, consequente, hipertrofia concêntrica dessa câmara, condição essa que pode causar isquemia do miocárdio. A gravidade da estenose determina o grau de hipertrofia concêntrica do ventrículo esquerdo (MARTIN; DUKES-McEWAN, 2010). À medida que o sangue é forçado a passar por uma área de menor diâmetro, sua velocidade aumenta, provocando turbulência e dilatação pós-estenótica da aorta (STRICKLAND; OYAMA, 2016). Tais alterações estão representadas na FIGURA 14.

FIGURA 14 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA ESTENOSE SUBAÓRTICA (ESA)



FONTE: adaptado de BONAGURA; LEHMKUHL (1999) e STRICKLAND; OYAMA (2016)

NOTA: AD: Átrio Direito. AE: Átrio Esquerdo. Ao: Aorta. AP: Artéria Pulmonar. VD: Ventrículo Direito. VE: Ventrículo Esquerdo. Setas Azuis: Sangue Hipoxigenado. Setas Vermelhas: Sangue Hiperoxigenado. Círculo Roxo: Malformação Congênita.

Embora a ESA possa ser diagnosticada nos primeiros meses de vida do filhote, a obstrução tende a progredir até que o animal atinja a fase adulta (BELANGER; CÔTÉ; BEAUCHAMP, 2014). O prognóstico em cães com essa afecção varia de acordo com a magnitude da estenose, que pode ser estimada pelo gradiente de pressão transvalvar obtido pelo método Doppler. Os pacientes com a doença leve ou moderada têm um prognóstico bom, e geralmente a evolução não apresenta sinais clínicos importantes; já pacientes com a doença severa têm prognóstico mais reservado (EASON et al., 2014).

Dependendo da gravidade e do tempo de lesão, a radiografia torácica pode não evidenciar alterações na silhueta cardíaca. No entanto, em outros casos visualizam-se dilatação pós-estenótica do arco aórtico e aumento do átrio e do ventrículo esquerdo. A dilatação pós-estenótica do arco aórtico é identificada como um abaulamento e alargamento na região do mediastino (entre 11:00 e 1:00 hora) na projeção VD. A vasculatura pulmonar também pode não evidenciar alterações radiográficas, a menos que o paciente desenvolva insuficiência da valva mitral secundária e congestão venosa pulmonar. Nesses casos também se observará dilatação das veias pulmonares (BAHR, 2013).

## 2.12 TETRALOGIA DE FALLOT

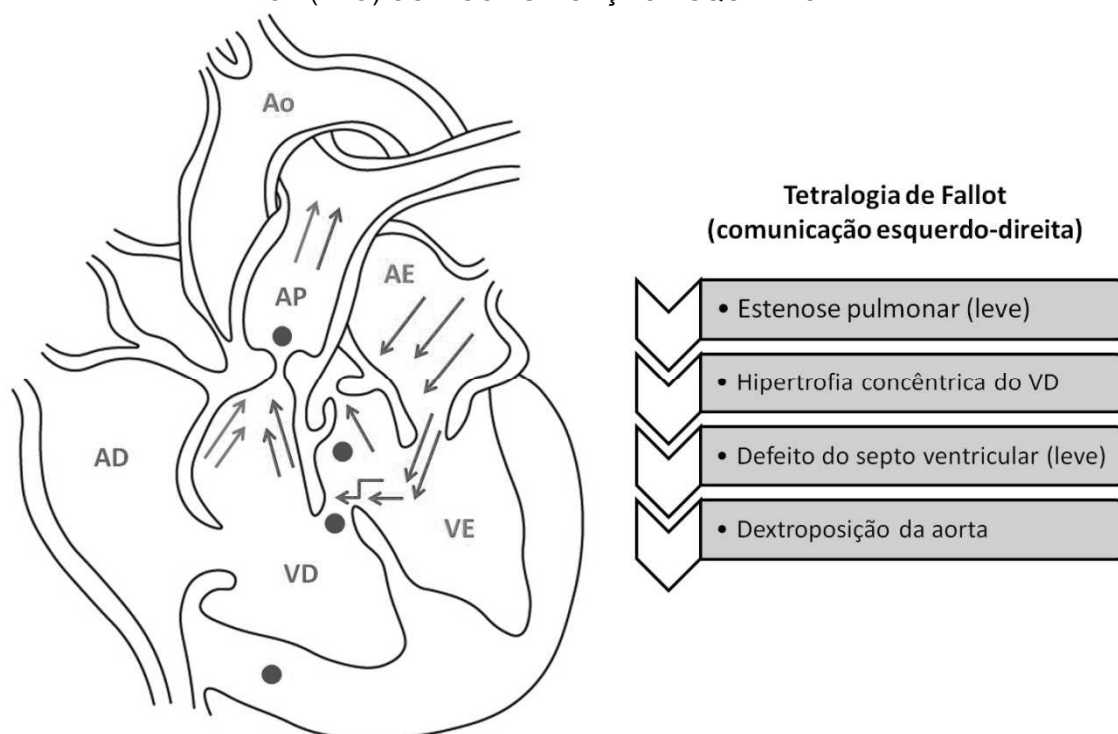
A tetralogia de Fallot (TFO) é caracterizada por quatro anormalidades morfológicas associadas: o DSV, a dextroposição da aorta, a EP e a hipertrofia do ventrículo direito secundária à sobrecarga de pressão gerada pela EP. Essa enfermidade é ocasionada pelo desenvolvimento embriológico anormal do septo conotruncal, levando ao aparecimento das alterações morfológicas citadas. Embora seja incomum em pequenos animais, com incidência reportada de 0,0025%, é a alteração congênita que mais promove cianose, além de outros sinais clínicos como nanismo e intolerância ao exercício (MACDONALD, 2006; FUKUSHIMA et al., 2013).

As consequências hemodinâmicas da TFO dependem da severidade da EP e do DSV. Quando essas alterações morfológicas forem discretas e a pressão

dentro do ventrículo direito permanecer pouco aumentada, o fluxo sanguíneo pelo DSV seguirá da esquerda para a direita (FIGURA 15). Já nos casos mais graves, com a pressão dentro do ventrículo direito muito aumentada, o fluxo sanguíneo seguirá da direita para a esquerda pelo DSV (BAHR, 2013) (FIGURA 16).

Quando há comunicação da direita para a esquerda, o sangue que chega ao ventrículo direito encontra grande resistência na valva pulmonar estenosada, seguindo então para o ventrículo esquerdo e a aorta, o que causa sobrecarga de volume na circulação sistêmica, estendendo-se até o átrio direito. Portanto, átrio e ventrículo direito sofrem sobrecarga de volume e pressão (EP severa). Como o sangue que ainda não passou pelos pulmões para ser oxigenado atinge a aorta, ocorrem hipoxemia e diminuição da circulação pulmonar. As complicações relacionadas à hipóxia incluem aumento da produção de eritropoetina pelos rins, síndrome da hiperviscosidade sanguínea e cianose (MACDONALD, 2006; STRICKLAND; OYAMA, 2016).

FIGURA 15 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA TETRALOGIA DE FALLOT (TFO) COM COMUNICAÇÃO ESQUERDO-DIREITA

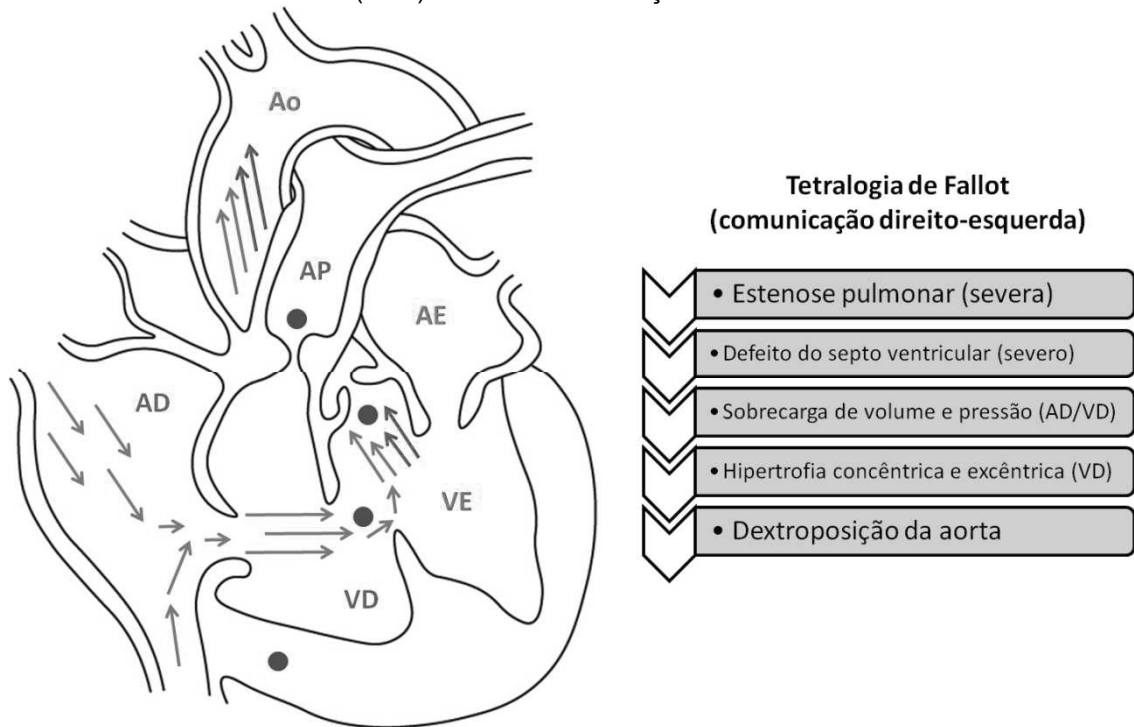


FONTE: adaptado de BONAGURA; LEHMKUHL (1999) e STRICKLAND; OYAMA (2016)

NOTA: AD: Átrio Direito. AE: Átrio Esquerdo. Ao: Aorta. AP: Artéria Pulmonar. VD: Ventrículo Direito. VE: Ventrículo Esquerdo. Setas Azuis: Sangue Hipoxigenado. Setas Vermelhas: Sangue Hiperoxigenado. Círculo Roxo: Malformação Congênita.



FIGURA 16 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FISIOPATOGENIA DA TETRALOGIA DE FALLOT (TFO) COM COMUNICAÇÃO DIREITO-ESQUERDA



FONTE: adaptado de BONAGURA; LEHMKUHL (1999) e STRICKLAND; OYAMA (2016)

NOTA: AD: Átrio Direito. AE: Átrio Esquerdo. Ao: Aorta. AP: Artéria Pulmonar. VD: Ventrículo Direito. VE: Ventrículo Esquerdo. Setas Azuis: Sangue Hipoxigenado. Setas Vermelhas: Sangue Hiperoxigenado. Círculo Roxo: Malformação Congênita.

Em pacientes com TFO, o exame radiográfico de tórax pode evidenciar silhueta cardíaca normal ou discretamente aumentada, principalmente quando a EP e o DSV forem discretos. Já nos casos em que a EP e o DSV forem severos será possível observar aumento do átrio e do ventrículo direito pela sobrecarga de volume e pressão, assim como dilatação do arco aórtico devido à turbulência do fluxo sanguíneo nessa região. O átrio e o ventrículo esquerdo podem permanecer normais ou diminuir pela redução da circulação pulmonar. Essa hipovascularização também promove redução do tamanho dos vasos pulmonares e da radiopacidade pulmonar observada no exame radiográfico (MACDONALD, 2006; BAHR, 2013; MUHLBAUER; KNELLER, 2013).

## 2.13 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das informações compiladas nesta revisão, pode-se concluir que o exame radiográfico de tórax empregado em pacientes com suspeita de cardiopatia

congenita fornece informações complementares que podem alterar a conduta do clínico veterinário. No entanto, essa técnica não é desprovida de limitações, relacionadas com a gravidade da doença. Lesões discretas podem passar despercebidas no exame radiográfico de tórax, o que não significa que o animal não esteja doente. Portanto, um adequado conhecimento da fisiopatogenia das malformações cardíacas congênitas pode auxiliar o imaginologista a interpretar os exames de maneira mais criteriosa, contribuindo com a acurácia diagnóstica.

## 2.14 REFERÊNCIAS

ARAI, S. et al. Bioprosthesis valve replacement in dogs with congenital tricuspid valve dysplasia: technique and outcome. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 13, n. 2, p. 91-99, 2011.

ARORA, M. Reversed patent ductus arteriosus in a dog. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 42, n. 6, p. 471-472, 2001.

BAHR, R. The heart and pulmonary vessels. In: THRALL, D. E. **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. 6. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2013. p. 585-607.

BAINES, E. Radiology. In: FUENTES, V. L. ; JOHNSON, L. R. ; DENNIS, S. **BSAVA manual of canine and feline cardiorespiratory medicine**. 2. ed. Gloucestershire: British Small Animal Veterinary Association, 2010. p. 33-52.

BAUMGARTNER, C.; GLAUS, T. M. Congenital cardiac diseases in dogs: A retrospective analysis. **Schweizer Archiv für Tierheilkunde**, v. 145, n. 11, p. 527-533/535-526, 2003.

BEIJERINK, N. J.; OYAMA, M. A.; BONAGURA, J. D. Congenital heart disease. In: ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C.; CÔTÉ, E. **Textbook of veterinary internal medicine: diseases of the dog and the cat**. 8. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2017. p. 2952-3032.

BELANGER, M. C.; CÔTÉ, E.; BEAUCHAMP, G. Association between aortoseptal angle in golden retrievers puppies and subaortic stenosis in adulthood. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 28, n. 5, p. 1498-1503, 2014.

BONAGURA, J. D.; LEHMKUHL, L. B. Congenital heart disease. In: FOX, P. R.; SISSON, D. D.; MOISE, N. S. **Textbook of canine and feline cardiology: principles and clinical practice**. 2. ed. Philadelphia: WB Saunders, 1999. p. 471-536.

BUCHANAN, J. W.; PATTERSON, D. F. Etiology of patent ductus arteriosus in dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 17, n. 2, p. 167-171, 2003.

BUCHANAN, J. W. Patent ductus arteriosus morphology, pathogenesis, types and treatment. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 3, n. 1, p. 7-16, 2001.

BUCHANAN, J. W. Prevalence of cardiovascular disorders. In: FOX, P. R.; SISSON, D. D.; MOISE, N. S. **Textbook of canine and feline cardiology: principles and clinical practice**. 2. ed. Philadelphia: WB Saunders, 1999.p. 457-470.

BUCHANAN, J. W. Vertebral scale system to measure heart size in radiographs. **The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 30, n. 2, p. 379-393, 2000.

CÔTÉ, E. et al. Management of incidentally detected heart murmurs in dogs and cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 246, n. 10, p. 1076-1088, 2015.

CÔTÉ, E. ; ETTINGER, S. J. Long-term clinical management of right-to-left ("reversed") patent ductus arteriosus in 3 dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 15, n. 1, p. 39-42, 2001.

EASON, B. D. et al. Influence of beta blockers on survival in dogs with severe subaortic stenosis. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 28, n. 3, p. 857-862, 2014.

FERASIN, L.; RIZZO F.; DARKE, P. G. G. Original investigation of right-to-left shunting patent ductus arteriosus in an Irish setter puppy. **Veterinary Journal**, v. 173, n. 2, p. 443-448, 2007.

FUJII, Y. et al. Increased chymase-like activity in a dog with congenital pulmonic stenosis. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 9, n. 1, p. 39-42, 2007.

FUKUSHIMA, R. et al. Extreme tetralogy of fallot in a dog. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 75, n. 8, p. 1111-1114, 2013.

GREGORI, T. et al. Congenital heart defects in dogs: a double retrospective study on cases from University of Parma and University of Zaragoza. **Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Parma**, v. 28, p. 79-90, 2008.

HUNT, G. B. et al.. A retrospective analysis of congenital cardiac anomalies (1977-1989). **Australian Veterinary Practitioner**, v. 20, n. 2, p. 70-75, 1990.

HYUN, C.; LAVULO, L. Congenital heart diseases in small animals: part I. Genetic pathways and potential candidate genes. **The Veterinary Journal**, v. 171, n. 2, p. 245-255, 2006.

LAMB, C. R. et al. Assessment of survey radiography as a method for diagnosis of congenital cardiac disease in dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 42, p. 541-545, 2001.

LEHMKUHL, B.; WAREW, A.; BONAGURA, A. D. Mitral stenosis in 15 dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 8, p. 2-17, 1994.

LITU, S. K.; TILLEY, L. P. Malformation of the canine mitral valve complex. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 167, n. 6, p. 465-471, 1975.

MACDONALD, K. A. Congenital heart disease of puppies and kittens. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 36, p. 503-531, 2006.

MARTIN, M.; DUKES-McEWAN, J. Congenital heart disease. In: FUENTES, V. L. ; JOHNSON, L. R. ; DENNIS, S. **BSAVA manual of canine and feline cardiorespiratory medicine**. 2. ed. Gloucestershire: British Small Animal Veterinary Association, 2010. p. 244.

McGEADY, T. A. et al. Cardiovascular system. In: \_\_\_\_\_. **Veterinary embryology**. 2. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2017. p. 119-147.

MUHLBAUER, M. C.; KNELLER, S. K. (Ed.). **Radiography of the dog and cat: guide to making and interpreting radiographs**. Ames: Wiley-Blackwell, 2013.

OLIVEIRA, P. et al. Retrospective review of congenital heart disease in 976 dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 25, n. 3, p. 477-483, 2011.

OWENS, J. M.; BIERY, D. N. **Heart: radiographic interpretation for the small animal clinician**. 2. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1999. p. 185-216.

RISTIC, J. M. E. et al. Congenital pulmonic stenosis a retrospective study of 24 cases seen between 1990-1999. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 3, n. 2, p. 13-19, 2001.

SARRAFF-LOPES, A. P.; GIANNICO, A. T. Síndrome de eisenmenger: doença cardíaca congênita e hipertensão pulmonar - estudo retrospectivo do diagnóstico de dez casos (2004-2013). **Clínica Veterinária**, ano XIX, n.109, p. 80-94, 2014.

SAUNDERS, A. B. et al. Long-term outcome in dogs with patent ductus arteriosus: 520 cases (1994-2009). **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 28, n. 2, p. 401-410, 2014.

SCHROPE, D. P. Prevalence of congenital heart disease in 76,301 mixed-breed dogs and 57,025 mixed-breed cats. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 17, n. 3, p. 192-202, 2015.

SCHWEIGMANN, G.; GASSNER, I.; MAURER, K. Imaging the neonatal heart - essentials for the radiologist. **European Journal of Radiology**, v. 50, p. 159-170, 2006.

STRICKLAND, K. N.; OYAMA, M. A. Congenital heart disease. In: SMITH JUNIOR, F. W. K. et al. (eds). **Manual of canine and feline cardiology**. 5. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2016.

SUTER, P. F.; LORD, P. F. A critical evaluation of the radiographic findings in canine cardiovascular diseases. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 158, n. 3, p. 358-371, 1971.

THOMAS, W. P. Echocardiographic diagnosis of congenital membranous ventricular septal aneurysm in the dog and cat. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 41, n. 4, p. 215-220, 2005.

THRALL, D. E.; ROBERTSON, I. D. **The thorax. Atlas of normal radiographic anatomy and anatomic variants in the dog and cat**. 2. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2016.

TIDHOLM, A. Retrospective study of congenital heart defects in 151 dogs. **The Journal of Small Animal Practice**, v. 38, n. 3, p. 94-98, 1997.

TOBIAS, A. H.; STAUTHAMMER, C. D. Minimally invasive per-catheter occlusion and dilation procedures for congenital cardiovascular abnormalities in dogs. **The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 40, n. 4, p. 581-603, 2010.

TOOM, M. L. et al. Epidemiology, presentation and population genetics of patent ductus arteriosus (PDA) in the Dutch Stabyhoun dog. **BMC Veterinary Research**, v. 12, n. 105, p. 1-7, 2016.

TUMKOSIT, M. et al. Accuracy of chest radiography for evaluating significantly abnormal pulmonary vascularity in children with congenital heart disease. **The International Journal of Cardiovascular Imaging**, v. 28, n. 1, p. 69-75, 2012.

WARE, W. A. Murmurs and abnormal heart sounds. **Cardiovascular disease in small animal medicine**. 2. ed. London: Manson Publishing, 2011.

### 3 CARDIOPATIAS CONGÊNITAS EM CÃES: UM ESTUDO RETROSPECTIVO DE 96 CASOS EM CURITIBA, BRASIL<sup>2</sup>

#### RESUMO

Os objetivos do presente estudo foram verificar a prevalência das cardiopatias congênitas dos cães atendidos em dois hospitais veterinários na cidade de Curitiba (Brasil) e identificar possíveis associações entre essas afecções com características epidemiológicas. Realizou-se um estudo retrospectivo nos setores de cardiologia de dois hospitais veterinários durante um período de 70 meses, totalizando 6710 cães atendidos. Dentre esses animais, foram identificadas 110 cardiopatias congênitas em 96 pacientes, representando uma prevalência de 1,63%. As afecções mais diagnosticadas foram a estenose aórtica (EA) ou estenose subaórtica (ESA) e a estenose pulmonar (EP), sendo que a EA/ESA foi usualmente identificada em cães com mais de um ano de idade. Obtivemos a maior ocorrência do defeito do septo atrial (DSA) e a menor ocorrência da persistência do ducto arterioso clássica (PDAC), quando comparado com a literatura. Indicamos a realização de outros estudos retrospectivos de cardiopatias congênitas em cães no Brasil para a confirmação das informações obtidas.

Palavras-chave: *Canis familiaris*; epidemiologia; prevalência; malformações cardíacas

#### 3.1 CONGENITAL HEART DISEASES IN DOGS: A RETROSPECTIVE STUDY OF 96 CASES IN CURITIBA, BRAZIL

#### ABSTRACT

The objectives of the present study were to verify the prevalence of congenital heart diseases of dogs treated at two veterinary hospitals in the city of Curitiba (Brazil) and to identify possible associations between these diseases with epidemiological characteristics. A retrospective study was carried out in the cardiology sectors of the veterinary hospitals during 70 months, totaling 6710 dogs, of which 110 congenital heart diseases were identified in 96 patients, representing a prevalence of 1.63%. The most diagnosed conditions were aortic stenosis (AS) or subaortic stenosis (SAS) and pulmonary stenosis (PS), and AS/SAS was usually identified in dogs older than one year. We found the highest occurrence of the atrial septal defect (ASD) and the lower occurrence of the patent ductus arteriosus (PDA) when compared to the literature. Other retrospective studies of congenital heart disease in dogs in Brazil are indicated to confirm the information obtained.

Keywords: *Canis familiaris*; epidemiology; prevalence; cardiac malformations

---

<sup>2</sup> Elaborado de acordo com as normas da revista *The Canadian Veterinary Journal*. Disponível em: <<https://www.canadianveterinarians.net/cvj-cjvr-classified-ads/cvj-instructions-authors>>

### 3.2 INTRODUÇÃO

As cardiopatias congênitas são decorrentes de alterações morfológicas e funcionais do coração ou grandes vasos, ocasionadas por malformações em fases específicas do desenvolvimento embrionário, que persistem após o nascimento (MACDONALD, 2006; BEIJERINK; OYAMA; BONAGURA, 2017). Essas alterações, juntamente com as influências ambientais sobre os pacientes, promovem variação significativa quanto à severidade da doença (STRICKLAND; OYAMA, 2016). As principais consequências de tais enfermidades são a inabilidade do coração em manter a pressão arterial e venosa e em promover uma perfusão adequada dos tecidos com sangue oxigenado (MACDONALD, 2006). Por essa razão, as cardiopatias congênitas representam importante causa de morbidade e mortalidade em cães com menos de um ano de idade (BUCHANAN, 1999).

Já existem estudos aprofundados sobre as etiologias genéticas desse grupo de enfermidades em seres humanos, mas são poucos os trabalhos veterinários que buscam a identificação dos fatores genéticos (HYUN; LAVULO, 2006). Portanto, ainda é difícil determinar o real impacto da hereditariedade sobre as cardiopatias congênitas nos cães (GREGORI et al., 2008). De tal forma, os estudos retrospectivos com dados de prevalência dessas afecções são de grande valia, pois trazem informações importantes a respeito do risco que algumas raças possuem de desenvolver cardiopatias específicas (SCHROPE, 2015).

Obter um estudo populacional com dados representativos é um desafio, já que diversos fatores podem alterar a ocorrência das cardiopatias congênitas, como: o local da pesquisa; se a amostra contém animais sem raça definida (SRD); quanto as diferenças regionais que existem em relação à prevalência de algumas raças; e por fim, esse grupo de afecções pode não provocar sintomatologia clínica ou levar o animal a óbito ainda na fase neonatal, o que torna difícil a identificação e inclusão desses pacientes nos estudos retrospectivos (OLIVEIRA et al., 2011; SCHROPE, 2015). Foi sugerido por um autor que se baseou na revisão de literatura de artigos mais antigos, a possibilidade de que a prevalência das cardiopatias congênitas em cães estejam mudando ao longo do tempo (SCHROPE, 2015). Desse modo, nota-se a importância em realizar um estudo retrospectivo atualizado e num local em que dados referentes a esse assunto ainda não foram acessados, possibilitando a comparação com o que já foi descrito em outras regiões mundiais.

Os objetivos do presente trabalho são verificar a prevalência das cardiopatias congênitas diagnosticadas em cães em dois hospitais veterinários na cidade de Curitiba (Brasil); identificar se existe associação das cardiopatias congênitas com sexo, raça, idade e local em que os pacientes foram atendidos; bem como comparar as características epidemiológicas dos pacientes atendidos nos setores de cardiologia de um hospital veterinário escola e em um hospital veterinário privado de referência.

### 3.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se um estudo retrospectivo por meio da coleta de informações na base de dados dos setores de cardiologia de um hospital veterinário escola e de um hospital veterinário privado, localizados na cidade de Curitiba (Brasil), no período de Janeiro de 2012 a Outubro de 2017. Foram contabilizados todos os cães que passaram por atendimento nos setores de cardiologia de ambos os locais e os casos de cardiopatias congênitas confirmados pelo exame ecocardiográfico foram selecionados. Foram obtidas informações epidemiológicas referentes ao sexo, idade e raça de todos os pacientes, assim como dados de anamnese, exame físico e exames complementares aplicados à avaliação cardíaca (ecocardiografia, eletrocardiografia e radiografia torácica) dos cães com histórico clínico disponível.

O método tido como padrão-ouro para o diagnóstico de cardiopatias congênitas em animais é o exame ecodopplercardiográfico (CÔTÉ et al., 2015), portanto os pacientes sem diagnóstico definitivo por meio dessa modalidade foram excluídos do presente trabalho. A obtenção das imagens ecocardiográficas foram realizadas por médicos veterinários com treinamento em ecocardiografia que seguiram as recomendações do *American College of Veterinary Internal Medicine* (ACVIM) e da Academia de Cardiologia Veterinária (THOMAS et al., 1993).

As mal formações cardíacas foram identificadas pelo uso da combinação de modalidades ecocardiográficas (modo bidimensional, modo-M, *Doppler* espectral, *Doppler* contínuo e *Doppler* colorido). Para a confirmação de doenças que levam a comunicações intra ou extra cardíacas, como os defeitos do septo atrial e ventricular e a persistência do ducto arterioso, foi utilizado o *Doppler* colorido, e nos casos indicados foi realizada a associação da técnica contrastada de microbolhas. Os exames ecocardiográficos foram realizados nos equipamentos Esaote *My Lab 30vet*



(Esaote S.p.A. Florença - Toscana - Itália) ou Philips Affiniti 50 (Koninklijke Philips N.V. Amsterdam - Holanda), com transdutores setorial multifrequenciais, os quais foram definidos de acordo com o porte do paciente.

Para a realização dos cálculos estatísticos os animais com estenose aórtica (EA) ou estenose subaórtica (ESA) foram agrupados e os cães foram subclassificados de acordo com a idade em três grupos (filhotes < 1 ano; adultos > 1 e < 7 anos; idosos > 7 anos). Os indivíduos SRD foram excluídos de algumas análises para possibilitar a comparação de animais de raças puras com as cardiopatias congênitas identificadas, sendo que estes pacientes foram divididos em dois grupos, um apenas de raças pequenas e outro incluindo raças médias, grandes e gigantes.

Dentre os animais com histórico clínico disponível, foi considerado sintomático o paciente que apresentava sinais clínicos que pudessem estar relacionados às cardiopatias, como fraqueza, intolerância ao exercício, tosse, síncope, ascite, taquipnéia, dispnéia e cianose (STRICKLAND; OYAMA, 2016). Os cães sem manifestações clínicas ou com manifestações clínicas originadas por afecções em outros órgãos ou sistemas foram considerados assintomáticos. O histórico clínico desses pacientes foi avaliado quanto à presença de: sopro a auscultação cardíaca; arritmias ao exame eletrocardiográfico de superfície; achados de aumento da silhueta cardíaca, sinais sugestivos de congestão venosa ou edema pulmonar alveolar ao exame radiográfico de tórax; diagnóstico de cardiopatias adquiridas associadas ao exame ecocardiográfico.

A análise estatística descritiva foi realizada por meio dos cálculos de porcentagens e determinação da prevalência das cardiopatias congênitas em conjunto [número de casos de cardiopatias congênitas/casuística], bem como para cada afecção identificada [(número de casos de uma afecção/número de casos de cardiopatias congênitas) e (número de casos de uma afecção/casuística)]. Realizou-se o teste exato de Fisher em tabelas de contingência para determinação do coeficiente de associação e Odds ratio (razão de chances) das cardiopatias congênitas identificadas com as informações de sexo, idade, raça e local no qual os pacientes foram atendidos, assim como, das características epidemiológicas com dos hospitais no qual a pesquisa foi desenvolvida. A fim de garantir maior relevância estatística, foram testadas apenas as doenças e as raças com cinco ou mais aparições. O nível de significância adotado foi  $P < 0,05$  e para esses casos os

valores de Odds ratio foram classificados em: risco discreto  $> 1,5$  e  $< 2,9$ ; risco moderado  $> 3$  e  $< 4,9$ ; risco importante  $> 5$ . Para a execução dos testes estatísticos foi utilizado o *software* Vassarstats (<http://vassarstats.net/>).

### 3.4 RESULTADOS

Foram contabilizados 6710 cães que passaram por atendimento nos setores de cardiologia dos hospitais no qual a pesquisa foi desenvolvida num período de 5,83 anos (70 meses). Do total de pacientes analisados foram identificados 110 cardiopatias congênitas em 96 cães, o que representa uma prevalência de 1,63%. A descrição das cardiopatias congênitas identificadas, em relação ao número de aparições e as prevalências, estão dispostas na TABELA 1. Neste trabalho, 10,41% dos animais apresentaram associação de duas ou mais malformações cardíacas congênitas (TABELA 2).

Dentre os 96 pacientes, 56,25% eram fêmeas e 43,75% machos. A idade em que estes animais foram diagnosticados variou de 15 dias a 16 anos, sendo que a média e mediana foram de 4,7 e 3,16 anos, respectivamente. Em relação aos agrupamentos, 30,2% eram filhotes, 37,5% adultos e 32,29% idosos no momento do diagnóstico. Além dos cães SRD, foram identificadas 31 raças distintas nesse estudo. As informações em relação ao número de cães de cada raça e o percentual que este número representa estão dispostas na TABELA 3 e a descrição das raças identificadas em cada cardiopatia congênita diagnosticada estão apresentadas na TABELA 4.

Considerando os 84 animais com histórico clínico disponível foi verificado que 54,76% dos pacientes eram assintomáticos, enquanto 45,23% eram sintomáticos no momento do diagnóstico. Foi identificado sopro à auscultação cardíaca em 77,61% dos 67 cães que obtinham informações do exame físico. Dentre os 50 animais que realizaram o exame eletrocardiográfico, 76% apresentaram ritmos considerados fisiológicos (ritmo sinusal, arritmia sinusal ou arritmia sinusal com marcapasso migratório), 18% apresentaram bradicardia ou taquicardia sinusal e 6% apresentaram fibrilação atrial, sendo que esse foi o único ritmo de origem não sinusal. Em relação à radiografia de tórax, dos 53 cães que realizaram esse exame, 64,15% apresentaram aumento da silhueta cardíaca e 39,62% sinais sugestivos de

congestão venosa ou edema pulmonar alveolar. Dentre os 96 pacientes analisados, 14,58% já possuíam alguma cardiopatia adquirida concomitante.

O teste exato de Fisher revelou algumas associações entre as cardiopatias congênitas e as características epidemiológicas testadas. Os valores de P, Odds ratio, classificação do risco e coeficiente de associação das análises que alcançaram o nível de significância estatística adotado estão descritos na TABELA 5.

Foi verificado que as fêmeas estão mais relacionadas a persistência do ducto arterioso clássica (PDAc). A displasia de tricúspide (DT), displasia de mitral (DM) e PDAc foram mais diagnosticadas nos filhotes. Em contrapartida, o grupo dos pacientes com EA/ESA foram mais diagnosticados nos animais idosos. Tratando-se das raças, foi observado que o Maltês apresenta associação com o defeito do septo ventricular (DSV), assim como, os cães de raça pura com a DM e PDAc. Após os animais de raças puras serem agrupados em raças pequenas versus raças médias, grandes e gigantes, foi verificado relação entre os cães de raças pequenas com a PDAc e os cães de raças médias, grandes e gigantes com a EA/ESA. A respeito dos locais em que os casos foram recrutados não foi verificado nenhuma associação com as características epidemiológicas de sexo, idade e raça, apenas com a doença defeito do septo atrial (DSA) que está mais relacionada ao hospital veterinário escola comparado ao hospital veterinário privado.

### 3.5 DISCUSSÃO

Nessa última década observamos avanços de capacitação pessoal e de renovação de equipamentos ecocardiográficos no Brasil, o que proporcionou grande evolução na cardiologia veterinária nacional, permitindo a realização de diagnósticos mais precisos, e conseqüentemente, aumentando a nossa capacidade de definição das cardiopatias congênitas em animais. A partir desse contexto, verificamos a falta de dados de ocorrência das doenças cardíacas congênitas na espécie canina em nosso país. Portanto, esse é o primeiro estudo de prevalência de afecções cardíacas congênitas em cães realizado em uma cidade brasileira.

No presente trabalho foi constatada uma prevalência de 1,63% de cardiopatias congênitas em cães, o que é inferior em contraste a prevalência de 2,7 a 23,5% que foram identificadas em outras pesquisas com casuísticas similares nos setores de cardiologia dos hospitais veterinários (BAUMGARTNER; GLAUS, 2003;

MACDONALD, 2006; OLIVEIRA et al., 2011; GARNCARZ; PARZENIECKA-JAWORSKA; SZALUS-JORDANOW, 2017). No entanto, a prevalência obtida foi maior quando comparada ao valor de 0,13% encontrado em outro estudo realizado em um abrigo de animais nos Estados Unidos com uma população de 76.301 cães SRD. Tal pesquisa verificou que a ocorrência das malformações congênitas no coração é menor em populações de cães de raças mistas, ressaltando a diferença de prevalência dessas doenças dependendo do local que é realizada a coleta de dados e da amostra de cães (SCHROPE, 2015).

As características da população de cães avaliada no presente estudo diferem do que já foi verificado em países da América do Norte, Europa e Oceania, sendo que essas diferenças são principalmente atribuídas às particularidades de cada localização geográfica (PATTERSON, 1971; HUNT et al., 1990; TIDHOLM, 1997; BAUMGARTNER; GLAUS, 2003; GREGORI et al., 2008; BUSSADORI et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011; SCHROPE, 2015; GARNCARZ; PARZENIECKA-JAWORSKA; SZALUS-JORDANOW, 2017). Por exemplo, o número de cães SRD foi representativo (TABELA 3) na presente pesquisa, o que pode ter influenciado diretamente na prevalência das cardiopatias congênitas diagnosticadas. Ademais, as informações epidemiológicas de sexo, idade e raça foram semelhantes entre os dois hospitais veterinários no qual esse trabalho foi desenvolvido, reafirmando que a população de cães de uma mesma região possivelmente apresente características epidemiológicas semelhantes, independente do perfil do público que frequente cada um dos hospitais veterinários avaliados.

Nessa pesquisa verificou-se pelo menos cinco casos de EA/ESA, estenose pulmonar (EP), DSV, DSA, PDAc, DM e DT (TABELA 1), sendo que essas afecções estão entre as mais documentadas na literatura veterinária (PATTERSON, 1971; TIDHOLM, 1997; MACDONALD, 2006; GREGORI et al., 2008). As cardiopatias congênitas mais diagnosticadas foram a EA/ESA e a EP. Quando observamos a prevalência dessas enfermidades comparativamente aos estudos retrospectivos publicados, notamos que o achado que obtivemos no Brasil se aproxima mais do que já foi documentado em países europeus, já que nos Estados Unidos e Austrália a afecção com maior prevalência é a PDAc (PATTERSON, 1971; HUNT et al., 1990; TIDHOLM, 1997; BAUMGARTNER; GLAUS, 2003; GREGORI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011; GARNCARZ; PARZENIECKA-JAWORSKA; SZALUS-JORDANOW, 2017).

O DSA apresentou ocorrência pelo menos duas vezes maior ao que foi reportado (TABELA 1) (PATTERSON, 1971; HUNT et al., 1990; TIDHOLM, 1997; BAUMGARTNER; GLAUS, 2003; GREGORI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011; GARNCARZ; PARZENIECKA-JAWORSKA; SZALUS-JORDANOW, 2017). Além disso, o número de casos foi significativamente maior no hospital veterinário escola comparado ao hospital veterinário privado. A alta prevalência de DSA também foi verificado em um trabalho que avaliou especificamente essa afecção (CHETBOUL et al., 2006). Os autores afirmaram que passaram a diagnosticar mais essa doença após a implementação de equipamentos com melhor qualidade de Doppler no serviço e sugerem que alguns casos podem não ter sido identificados no passado, pois esse defeito geralmente é pequeno e não ocasiona complicações clínicas para a maioria dos pacientes (CHETBOUL et al., 2006). Possivelmente, o maior número de casos foi diagnosticado no hospital veterinário escola pois nesse local o protocolo adotado refere-se a indicação do exame ecocardiográfico para todos os animais com mais de 7 anos de idade que vão passar por algum procedimento anestésico, e também nos pacientes que apresentam sopro cardíaco a auscultação, independente da sintomatologia clínica. Desse modo, torna-se mais provável que animais com afecções congênitas discretas no coração e sem repercussão clínica sejam identificados.

Ainda sobre a prevalência das cardiopatias congênitas, foi verificado que a ocorrência da PDAc foi inferior quando comparado aos demais estudos, inclusive quando comparado a pesquisas desenvolvidos na Europa que é tida como a região com menor número de casos da dessa enfermidade (PATTERSON, 1971; HUNT et al., 1990; TIDHOLM, 1997; BAUMGARTNER; GLAUS, 2003; GREGORI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011; GARNCARZ; PARZENIECKA-JAWORSKA; SZALUS-JORDANOW, 2017). Uma hipótese para tal achado é que a população de cães estudada apresente menor predisposição genética para essa afecção, o que justificaria ocorrência inferior de PDAc nessa pesquisa. A comparação de todos os valores de prevalência das diferentes enfermidade desse estudo com o que foi encontrado na literatura está representado na TABELA 1.

Alguns animais podem apresentar associação de malformações cardíacas congênitas. A doença que mais se associou a outras nesse estudo foi a EP, sendo que a combinação mais comum foi da EP com a EA/ESA (TABELA 2), corroborando com o que foi descrito previamente (TIDHOLM, 1997; BUSSADORI et al., 2009;

OLIVEIRA et al., 2011; KANDER et al., 2015). O fato de que a EA/ESA e a EP são as cardiopatias congênitas de maior ocorrência nesse trabalho pode ter influenciado no maior aparecimento da combinação dessas duas enfermidades.

Nesse contexto, notou-se que quase metade dos casos de DSA estavam associados a outras enfermidades (TABELA 2), tal achado só foi considerado frequente em um único trabalho do qual os autores levantaram a possibilidade de que o DSA esteja sendo subdiagnosticado (CHETBOUL et al., 2006). Como já mencionado, o DSA apresentou prevalência alta nesse trabalho, o que pode justificar o fato dessa doença também ser frequentemente vista combinada a outras. Com a possibilidade dos cães apresentarem mais de uma afecção cardíaca congênita faz-se necessário enfatizar a importância da realização do exame ecocardiográfico completo em todos os pacientes (OLIVEIRA et al., 2011).

Em relação a predisposição sexual das cardiopatias congênitas avaliadas em conjunto, nessa pesquisa foi identificado um número de fêmeas discretamente superior ao número de machos. Estudos que trazem essas informações são contraditórios, alguns referem que as fêmeas são a maioria (TIDHOLM, 1997; BUCHANAN, 1999), enquanto outros afirmam que os machos aparecem em maior número (GREGORI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011; SCHROPE, 2015). A única doença que apontou predisposição sexual foi a PDAc para as fêmeas (TABELA 5), achado este já verificado em várias outras pesquisas (PATTERSON, 1971; TIDHOLM, 1997; GREGORI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011; SCHROPE, 2015).

A grande parte dos animais incluídos nesse trabalho eram adultos e idosos (> 1 ano) no momento do diagnóstico. Esses indivíduos, muitas vezes, apresentavam doenças discretas que não levavam a nenhuma manifestação clínica, o que favoreceu com que o diagnóstico da cardiopatia congênita fosse dado de forma tardia e viesse em conjunto com o diagnóstico de uma cardiopatia adquirida. Tal achado ocorreu principalmente na EA/ESA e já foi descrito que pacientes com essa doença de forma discreta usualmente apresentam expectativa de vida normal (MACDONALD, 2006). Por outro lado, foi verificada associação da DM, DT e PDAc com os filhotes (< 1 ano), pois nesses casos os animais eram sintomáticos, o que favoreceu o diagnóstico precoce (TABELA 5). Ressalta-se que a precocidade no diagnóstico dessas enfermidades permite o manejo adequado, aumentando a expectativa e qualidade de vida dos cães afetados (OLIVEIRA et al., 2011).

Nessa pesquisa verificou-se a associação entre os animais de raça pura com a DM e a PDAc, e também dos cães da raça Maltês com o DSV, a descrição das raças identificadas em cada cardiopatia congênita diagnosticada no presente estudo estão descritos na TABELA 4. Até então, os cães da raça Maltês eram considerados predispostos apenas a PDAc, a associação desses animais com o DSV ainda não havia sido relatada na literatura veterinária (TABELA 5) (OLIVEIRA et al., 2011; BEIJERINK; OYAMA; BONAGURA, 2017; GARNCARZ; PARZENIECKA-JAWORSKA; SZALUS-JORDANOW, 2017). Temos como hipótese que na população de cães estudada exista algum fator genético associado ao grupo de cães Maltêses da região, o que justificaria a maior ocorrência do DSV dessa raça no presente estudo. Por fim, foi observada associação entre os animais de raças pequenas com a PDAc e dos animais de raças médias, grandes e gigantes com a EA/ESA como já descrito (TABELA 4) (MACDONALD, 2006; BEIJERINK; OYAMA; BONAGURA, 2017).

Nesse estudo 54,76% dos cães eram assintomáticos no momento do diagnóstico; ainda que seja a maioria dos pacientes, esse percentual é menor quando comparado aos valores descritos de 75 a 97,8% (TIDHOLM, 1997; GREGORI et al., 2008). Provavelmente a ocorrência de animais assintomáticos não seja tão alta porque essa população de cães é composta por um grande número de animais adultos e idosos que ao longo do tempo podem ter evoluído com alguma manifestação clínica. Possivelmente, esses pacientes desenvolveram sinais clínicos de forma tardia pelo grau de acometimento das afecções serem mais discretos. Em relação a auscultação cardíaca, foi identificado sopro em 77,61% dos animais, porém não foi possível avaliar quanto a classificação de intensidade e foco. Apesar de o sopro cardíaco ser considerado o marcador de afecções congênitas no coração, foi verificado que um número significativo de sopros patológicos podem não ser identificados na prática veterinária (BEIJERINK; OYAMA; BONAGURA, 2017).

Dentre os cães que realizaram o exame eletrocardiográfico, 94% apresentaram ritmos de origem sinusal e 6% fibrilação atrial. Os distúrbios de ritmo são considerados incomuns em animais com cardiopatias congênitas avaliados pelo eletrocardiograma ambulatorial (TIDHOLM, 1997). Em nenhum paciente foi realizada a avaliação por Holter, o que pode ter diminuído o aparecimento de arritmias neste grupo.

Em relação ao exame radiográfico de tórax, foi observado aumento da silhueta cardíaca em 64,15% dos animais. Dentre os pacientes sintomáticos e com cardiopatia congênita de moderada a grave 39,62% também apresentavam sinais sugestivos de congestão venosa ou edema pulmonar alveolar. Assim como outros pesquisadores, acreditamos que a radiografia de tórax é fundamental em cães com sinais clínicos respiratórios pela sua capacidade de identificar o edema pulmonar que ocorre quando o paciente desenvolve insuficiência cardíaca congestiva (BEIJERINK; OYAMA; BONAGURA, 2017).

Observaram-se limitações nesse estudo; devido ao seu caráter retrospectivo houve dificuldade na obtenção de informação e interpretação de alguns dados por falta de adequado armazenamento dessas informações; os exames ecocardiográficos foram realizados por vários membros das equipes de cardiologistas; alguns cães atendidos no hospital veterinário privado foram encaminhados somente para a realização da ecocardiografia, impossibilitando a obtenção do histórico clínico completo desses pacientes.

Resumindo, nesse estudo a prevalência das cardiopatias congênitas foi inferior quando comparado com a literatura consultada, sendo de 1,63% em 6710 cães. As doenças mais diagnosticadas foram a EA/ESA e EP, sendo que a EA/ESA foi usualmente diagnosticada em cães com idade superior a um ano. Quando comparado aos dados da literatura, obtivemos maior ocorrência do DSA e menor ocorrência da PDAC. Especificamente para a população de cães estudados obteve-se maior predisposição de cães da raça Maltês para o DSV. As características epidemiológicas dos pacientes atendidos nos dois hospitais veterinários foram similares. Indicamos a realização de outros estudos retrospectivos de cardiopatias congênitas em cães no Brasil para a confirmação dos dados obtidos.

### 3.6 REFERÊNCIAS

BAUMGARTNER, C.; GLAUS, T. M. Congenital cardiac diseases in dogs: A retrospective analysis. **Schweizer Archiv fur Tierheilkunde**, v. 145, n. 11, p. 527-535, 2003.

BEIJERINK, N. J.; OYAMA, M. A.; BONAGURA, J. D. Congenital heart disease. In: ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C.; CÔTÉ, E. **Textbook of veterinary internal medicine: diseases of the dog and the cat**. 8. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2017.



BUCHANAN, J. W. Prevalence of cardiovascular disorders. In: FOX, P. R.; SISSON, D. D.; MOISE, N. S. **Textbook of canine and feline cardiology: principles and clinical practice**. 2. ed. Philadelphia: WB Saunders, 1999.

BUSSADORI, C. et al. Congenital heart disease in boxer dogs: results of six years of breeding screening. **The Veterinary Journal**, v. 181, p. 187-192, 2009.

CHETBOUL, V. et al. Retrospective study of 156 atrial septal defects in dogs and cats (2001-2005). **Journal of Veterinary Medicine**, v.53, p.179-184, 2006. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0442.2006.00813.x/pdf>>. Acesso em: 20/12/2017

CÔTÉ, E. et al. Management of incidentally detected heart murmurs in dogs and cats. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 17, p.245-261, 2015.

GARNCARZ, M.; PARZENIECKA-JAWORSKA, M.; SZALUS-JORDANOW, O. Congenital heart defects in dogs: a retrospective study of 301 dogs. **Medycyna Weterynaryjna**, v.73, n.10, p.651-656, 2017.

GREGORI, T. et al. Congenital heart defects in dogs: a double retrospective study on cases from University of Parma and University of Zaragoza. **Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Parma**, v. 28, p. 79-90, 2008.

HUNT, G. B. et al.. A retrospective analysis of congenital cardiac anomalies (1977-1989). **Australian Veterinary Practitioner**, v. 20, n. 2, p. 70-75, 1990.

HYUN, C.; LAVULO, L. Congenital heart diseases in small animals: part I. Genetic pathways and potential candidate genes. **The Veterinary Journal**, v. 171, n. 2, p. 245-255, 2006.

KANDER, M. et al. Retrospective analysis of co-occurrence of congenital aortic stenosis and pulmonary artery stenosis in dogs. **Polish Journal of Veterinary Sciences**, v.18, n.4, p. 841-845, 2015. Disponível em: <<https://www.degruyter.com/view/j/pjvs.2015.18.issue-4/pjvs-2015-0109/pjvs-2015-0109.xml>>. Acesso em: 20/12/2017

MACDONALD, K. A. Congenital heart disease of puppies and kittens. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 36, p. 503-531, 2006.

OLIVEIRA, P. et al. Retrospective review of congenital heart disease in 976 dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 25, n. 3, p. 477-483, 2011. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1939-1676.2011.0711.x/references>>. Acesso em: 20/12/2017

PATTERSON, D.F. Canine congenital heart disease: epidemiology and etiological hypotheses. **Journal of Small Animal Practice**, v.12, p. 263-287, 1971. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1748-5827.1971.tb06231.x/pdf>>. Acesso em: 20/12/2017

SCHROPE, D. P. Prevalence of congenital heart disease in 76,301 mixed-breed dogs and 57,025 mixed-breed cats. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 17, n. 3, p. 192-202, 2015.

STRICKLAND, K. N.; OYAMA, M. A. Congenital heart disease. In: SMITH JUNIOR, F. W. K. et al. (eds). **Manual of canine and feline cardiology**. 5. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2016.

THOMAS, W.P. et al. Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in the dog and cat. Echocardiography Committee of the Specialty of Cardiology, American College of Veterinary Internal Medicine. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.7 p.247–252, 1993. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1939-1676.1993.tb01015.x/epdf>>. Acesso em: 20/12/2017

TIDHOLM, A. Retrospective study of congenital heart defects in 151 dogs. **The Journal of Small Animal Practice**, v. 38, n. 3, p. 94-98, 1997. Disponível em: <[onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1748-5827.1997.tb03326.x/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1748-5827.1997.tb03326.x/abstract)>. Acesso em: 20/12/2017

### 3.7 TABELAS

TABELA 1 - NÚMERO DE CASOS E AS PREVALÊNCIAS DAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS DIAGNOSTICADAS NOS CÃES, EM DOIS HOSPITAIS VETERINÁRIOS LOCALIZADOS NA CIDADE DE CURITIBA (BRASIL), NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2012 A OUTUBRO DE 2017, E A COMPARAÇÃO COM AS PREVALÊNCIAS DAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS DOCUMENTADAS NA LITERATURA

(Continua)

Cardiopatias Congênicas	Número de Casos	Prevalência Casuística (n=6710) (%)	Prevalência Cardiopatias Congênicas (n=110) (%)	Prevalência Cardiopatias Congênicas Literatura (%)*
Estenose Aórtica ou Subaórtica	30	0,44	27,27	11 até 45,2
Estenose Pulmonar	25	0,37	22,72	17,5 até 32,1

TABELA 1 - NÚMERO DE CASOS E AS PREVALÊNCIAS DAS CARDIOPATIAS CONGÊNTAS DIAGNOSTICADAS NOS CÃES, EM DOIS HOSPITAIS VETERINÁRIOS LOCALIZADOS NA CIDADE DE CURITIBA (BRASIL), NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2012 A OUTUBRO DE 2017, E A COMPARAÇÃO COM AS PREVALÊNCIAS DAS CARDIOPATIAS CONGÊNTAS DOCUMENTADAS NA LITERATURA

(Continuação)

<b>Cardiopatias Congêntas</b>	<b>Número de Casos</b>	<b>Prevalência Casuística (n=6710) (%)</b>	<b>Prevalência Cardiopatias Congêntas (n=110) (%)</b>	<b>Prevalência Cardiopatias Congêntas Literatura (%)*</b>
Defeito do Septo Ventricular	10	0,14	9,09	2,9 até 13,3
Defeito do Septo Atrial	9	0,14	8,18	0,3 até 3,7
Persistência do Ducto Arterioso Clássica	9	0,14	8,18	9,6 até 37
Displasia de Mitral	9	0,14	8,18	1,9 até 15,8
Displasia de Tricúspide	5	0,074	4,54	0,3 até 7,4
Tetralogia de Fallot	3	0,044	2,72	0,6 até 7
Persistência do Ducto Arterioso Reversa	3	0,044	2,72	-
Persistência da Veia Cava Cranial Esquerda	2	0,029	1,81	0,8 até 4
Cor Triatriatum Sinister	2	0,029	1,81	-
Hérnia Peritônio-pericárdica	1	0,014	0,9	0,3 até 0,9
Estenose de Tricúspide	1	0,014	0,9	-
Coronária Anômala	1	0,014	0,9	0,8
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>1,63</b>	<b>100</b>	<b>3,2 até 23,5</b>

\* GARNCARZ et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2011; GREGORI et al., 2008; MACDONALD, 2006; BAUMGARTNER; GLAUS, 2003; TIDHOLM, 1997; HUNT et al., 1990; PATTERSON, 1971.

TABELA 2 - ASSOCIAÇÃO DAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS DIAGNOSTICADAS NOS CÃES EM DOIS HOSPITAIS VETERINÁRIOS LOCALIZADOS NA CIDADE DE CURITIBA (BRASIL), NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2012 A OUTUBRO DE 2017

<b>Cardiopatias Congênicas Associadas</b>	<b>Número de casos</b>
EP + EA ou ESA	2
EP + EA ou ESA + CA	1
EP + DSV	1
EP + DT	1
EP + DSA + CTS	1
DSA + ET + CTS	1
DSA + DM + DT	1
DSA + DM	1
DM + DT	1
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>

NOTA: CA - Coronária Anômala; CTS - Cor Triatriatum Sinister; DSA - Defeito do Septo Atrial; DSV - Defeito do Septo Ventricular; DM - Displasia de Mitral; DT - Displasia de Tricúspide; EA - Estenose Aórtica; ESA - Estenose Subaórtica; EP - Estenose Pulmonar; ET - Estenose de Tricúspide

TABELA 3 - DESCRIÇÃO DAS RAÇAS DE CÃES IDENTIFICADAS EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE ANIMAIS E AO PERCENTUAL QUE ESSE NÚMERO REPRESENTA FRENTE AO GRUPO DE PACIENTES DIAGNOSTICADOS COM CARDIOPATIAS CONGÊNITAS EM DOIS HOSPITAIS VETERINÁRIOS LOCALIZADOS NA CIDADE DE CURITIBA (BRASIL), NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2012 A OUTUBRO DE 2017

<b>Raças</b>	<b>Número de Animais</b>	<b>Percentual em relação aos pacientes com cardiopatias congênicas (n=96) (%)</b>
SRD	14	14,58
Poodle	9	9,37
Bull Terrier	7	7,29
Spitz Alemão e Maltês	6	6,25
Bulldog Francês, Dachshound, Golden Retriever e Yorkshire Terrier	4	4,16
Boxer, Bulldog Inglês, Pit Bull e Lhasa Apso	3	3,12
Beagle, Cocker Spaniel, Labrador Retriever, Pinscher, Sharpei, Shih-tzu e Whippet	2	2,08
American Staffordshire, American Bull, Akita, Basset Hound, Dálmata, Dogue Alemão, Dogue de Bourdox, Kuvasz, Pastor Belga, Pug, São Bernardo e Schnauzer	1	1,04
<b>TOTAL</b>	<b>96</b>	<b>100</b>

TABELA 4 - DESCRIÇÃO DAS RAÇAS DE CÃES IDENTIFICADAS EM CADA CARDIOPATIA CONGÊNITA DIAGNOSTICADA EM DOIS HOSPITAIS VETERINÁRIOS LOCALIZADOS NA CIDADE DE CURITIBA (BRASIL), NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2012 A OUTUBRO DE 2017

<b>Cardiopatias Congênitas</b>	<b>Raças</b>
Estenose Aórtica ou Subaórtica	American Bull, American Staffordshire, Beagle, Boxer, Buldogue Francês, Buldogue Inglês, Bull Terrier, Cocker Spaniel, Dogue de Bourdox, Golden Retriever, Lhasa Apso, São Bernardo, Schnauzer, Shih-tzu, SRD, Pit Bull, Poodle, Kuvasz e Whippet
Estenose Pulmonar	Beagle, Buldogue Francês, Buldogue Inglês, Bull Terrier, Cocker Spaniel, Dachshound, Dálmata, Golden Retriever, Labrador Retriever, Maltês, Pastor Belga, Pinscher, Pit Bull, Poodle, Spitz Alemão, SRD, Whippet e Yorkshire Terrier
Defeito do Septo Ventricular	Basset Hound, Lhasa Apso, Maltês, Pastor Belga, Pinscher, Poodle e Sharpei
Defeito do Septo Atrial	Beagle, Buldogue Francês, Dachshound, Dogue Alemão, Pinscher, Poodle, Pug e SRD
Persistência do Ducto Arterioso Clássica	Dachshound, Lhasa Apso, Maltês, Poodle, Spitz Alemão, SRD e Yorkshire Terrier
Displasia de Mitral	Bull Terrier, Dachshound, Labrador Retriever, SRD e Yorkshire Terrier
Displasia de Tricúspide	Bull Terrier, Dachshound, Labrador Retriever, Pit Bull e SRD
Tetralogia de Fallot	Akita, Poodle, e Spitz Alemão
Persistência do Ducto Arterioso Reversa	Poodle, Spitz Alemão e Yorkshire Terrier
Persistência da Veia Cava Cranial Esquerda	Sharpei e Shih-tzu
Cor Triatriatum Sinister	Pinscher e Pug
Hérnia Peritônio-pericárdica	SRD
Estenose de Tricúspide	Pug
Coronária Anômala	Buldogue Francês

TABELA 5 - DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ASSOCIADAS QUE ALCANÇARAM NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA ( $P < 0,05$ ) NO GRUPO DE CÃES DIAGNOSTICADOS COM CARDIOPATIAS CONGÊNITAS EM DOIS HOSPITAIS VETERINÁRIOS LOCALIZADOS NA CIDADE DE CURITIBA (BRASIL), NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2012 A OUTUBRO DE 2017

Características	Valor de P	Odds Ratio	Classificação do Risco	Coefficiente de Associação
DSV <i>versus</i> Maltês	0,00085	28	Importante	+ 0,48
DT <i>versus</i> Filhotes	0,027	10,56	Importante	+ 0,25
DM <i>versus</i> Filhotes	0,002	10,34	Importante	+ 0,33
DSA <i>versus</i> Hospital Escola	0,028	7,81	Importante	+ 0,22
PDAC <i>versus</i> Fêmeas	0,037	7,13	Importante	+ 0,21
DM <i>versus</i> Raça Pura	0,023	6,16	Importante	+ 0,27
PDAC <i>versus</i> Raça Pura	0,023	6,16	Importante	+ 0,27
PDAC <i>versus</i> Filhotes	0,02	5,56	Importante	+ 0,26
EA ou ESA <i>versus</i> Raças Médias, Grandes e Gigantes	0,00062	5,52	Importante	+ 0,38
EA ou ESA <i>versus</i> Idosos	0,003	3,88	Moderado	+ 0,3
PDAC <i>versus</i> Raças Pequenas	0,007	Infinito (A)	Importante	+ 0,3

NOTA: (A) Ausência de cães de raças médias, grandes e gigantes com PDAC (Numerador igual a 0). DSA - Defeito do Septo Atrial; DSV - Defeito do Septo Ventricular; DM - Displasia de Mitral; DT - Displasia de Tricúspide; EA - Estenose Aórtica; ESA - Estenose Subaórtica; PDAC - Persistência do Ducto Arterioso Clássica

#### **4 UTILIZAÇÃO DA RADIOLOGIA COMPUTADORIZADA COMO EXAME DE TRIAGEM NA IDENTIFICAÇÃO DE CARDIOPATIAS CONGÊNITAS EM CÃES<sup>3</sup>**

##### **RESUMO**

Os objetivos do presente estudo são avaliar a acurácia da técnica radiográfica de tórax como exame de triagem de cardiopatias congênicas em cães, identificar as principais contribuições e limitações dessa modalidade, e por fim, verificar a reprodutibilidade das avaliações realizadas por três observadores com diferentes graus de treinamento. Realizou-se um estudo interobservador, observacional, retrospectivo e prospectivo, o qual foram selecionados 90 cães, sendo 30 saudáveis, 30 com cardiopatias adquiridas e 30 com cardiopatias congênicas, que possuíam radiografia de tórax e diagnóstico ecocardiográfico confirmado. Os casos foram separados e randomizados por um mediador que não participou da leitura dos exames radiográficos, sendo que nenhum avaliador obteve acesso aos dados dos pacientes. Calculou-se os índices de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP), valor preditivo negativo (VPN) e acurácia de cada observador em relação a identificação dos pacientes saudáveis, com cardiopatias adquiridas e congênicas, bem como para identificação de aumento da silhueta cardíaca e região de grandes vasos dos cães com cardiopatias congênicas. Por fim, foi obtido o coeficiente de Kappa entre os observadores a fim de verificar a reprodutibilidade das avaliações radiográficas realizadas. De modo geral, a sensibilidade, VPP e acurácia foram insatisfatórios (< 70%), enquanto a especificidade e VPN foram satisfatórios (> 70%), sendo que a concordância variou de ruim a razoável (entre 0 e 0,39). Apesar de ter sido alcançada acurácia maior na identificação de cães saudáveis, com cardiopatias adquiridas e congênicas pela radiografia de tórax quando comparado aos demais estudos, confirma-se que essa modalidade se mostrou capaz apenas de identificar o paciente saudável, não de diferenciar os indivíduos cardiopatas entre si ou de definir com maior detalhe as malformações cardíacas especificamente. Além disso, o exame radiográfico de tórax apresentou baixa reprodutibilidade entre os observadores, portanto, essa técnica não deve ser considerada como método de triagem na suspeita de cães com cardiopatias congênicas.

Palavras-chave: Cardiologia. Diagnóstico por Imagem. Malformações cardíacas. Radiografia de Tórax

---

<sup>3</sup> Elaborado de acordo com as normas da Revista Semina. Disponível em: <<http://www.uel.br/portal/frm/frmOpcao.php?opcao=http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias>>.

#### 4.1 USE OF COMPUTERIZED RADIOLOGY AS A SCREENING TEST IN THE IDENTIFICATION OF CONGENITAL HEART DISEASES IN DOGS

##### ABSTRACT

The objectives of the present study are to evaluate the accuracy of the thorax radiographic technique as a screening test for congenital heart diseases in dogs, to identify the main contributions and limitations of this modality, and to verify the reproducibility of the evaluations performed by three observers with different degrees of training. An interobserver, observational, retrospective and prospective study was carried out, in which ninety dogs were selected, being thirty healthy animals, thirty with acquired heart diseases and thirty with congenital heart diseases, who had chest radiographs and a confirmed echocardiographic diagnosis. The cases were separated and randomized by a mediator who did not participate in the reading of the radiographic exams, and no evaluator obtained access to the patients' data. Sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV) and accuracy of each observer were calculated in relation to the identification of healthy patients, with acquired and congenital heart diseases, as well as to identify cardiac silhouette and large vessel region increases of dogs with congenital heart diseases. Finally, the Kappa coefficient was obtained between the observers in order to verify the reproducibility of the radiographic evaluations performed. In general, the sensitivity, PPV and accuracy were unsatisfactory ( $<70\%$ ), while the specificity and NPV were satisfactory ( $> 70\%$ ), and the agreement ranged from poor to reasonable (between 0 and 0.39). Although greater accuracy was achieved in the identification of healthy dogs, with acquired and congenital heart diseases by chest radiography, when compared to the other studies, it is confirmed that this modality was able only to identify the healthy patient, not to differentiate the individuals with heart disease or to define the cardiac malformations. Besides, radiographic examination of the chest showed low reproducibility among the observers, therefore, this technique should not be considered as a screening method in the suspicion of dogs with congenital heart diseases.

Keywords: Cardiology. Diagnostic Imaging. Cardiac Malformations. Thorax X-ray

#### 4.2 INTRODUÇÃO

As cardiopatias congênitas são decorrentes de alterações morfológicas e funcionais do coração e grandes vasos que persistem após o nascimento (MACDONALD, 2006; BEIJERINK et al., 2017). Essas alterações juntamente com as influências ambientais promovem variação significativa quanto à severidade da doença, apresentação dos sinais clínicos e achados dos exames complementares (STRICKLAND et al., 2016). Essas enfermidades levam a inabilidade do coração em manter a perfusão adequada dos tecidos, por isso representam importante causa de morbidade e mortalidade em cães com menos de um ano de idade (BUCHANAN et



al., 1999; BEIJERINK et al., 2017). O ideal é que o diagnóstico dessas afecções seja dado de forma precoce, permitindo o manejo adequado, aumentando a expectativa e qualidade de vida dos animais afetados (OLIVEIRA et al., 2011). No entanto, já foi descrito que malformações cardíacas que não levam a repercussão clínica podem ser percebidas de forma tardia, sendo que na maior parte das vezes o sopro cardíaco é o único sinal identificado (MACDONALD, 2006). A partir da obtenção das informações referentes ao histórico, anamnese e exame físico faz-se necessário a realização de exames complementares, com o objetivo de diferenciar o paciente saudável do paciente cardiopata ou com afecções pulmonares (SATO et al., 2001; BEIJERINK et al., 2017).

Os cães com cardiopatias congênitas de moderada a grave geralmente apresentam anormalidades no exame radiográfico de tórax, no entanto, essa modalidade não é capaz de identificar a etiologia do sopro cardíaco auscultado, apenas ressaltar algumas consequências que as mal formações cardíacas podem levar (CÔTÉ et al., 2015). A radiografia de tórax é rotineiramente empregada por se tratar de uma técnica viável, de baixo custo e capaz de fornecer informações complementares importantes na avaliação inicial e conduta terapêutica dos pacientes (SCHWEIGMANN et al., 2006; CÔTÉ et al., 2015). Por essa razão, mesmo em seres humanos continua sendo o exame de triagem mais comum em pacientes com suspeita de cardiopatias no geral (TUMKOSIT et al., 2012). Essa modalidade é útil na avaliação do tamanho cardíaco, dos grandes vasos e vascularização pulmonar. Em conjunto com os sinais clínicos e os achados do exame físico, o exame radiográfico de tórax auxilia na composição da lista de diagnósticos diferenciais (MACDONALD, 2006).

Existem discordâncias na literatura quanto a utilização da radiografia de tórax como ferramenta diagnóstica de cardiopatias congênitas. Os trabalhos veterinários mais antigos descrevem um alto percentual de achados específicos para determinadas malformações cardíacas (ACKERMAN et al., 1978; FINGLAND et al., 1986; RINGWALD; BONAGURA 1988; SISSON et al., 1991; LEHMKUHL et al., 1994). Já em outro estudo foi constatado uma baixa acurácia da radiografia de tórax como método diagnóstico de cardiopatias congênitas em cães (LAMB et al., 2001). Na medicina, foi observado uma acurácia de 30 até 78% na identificação dos pacientes saudáveis e com cardiopatias congênitas, sendo que essa discrepância foi atribuída a variação da severidade das doenças (TUMKOSIT et al., 2012). Porém,

alguns autores ainda consideram esse exame ruim, mesmo quando realizado com o intuito de triagem (FONSECA et al., 2005). O método diagnóstico considerado padrão-ouro para confirmação de cardiopatias congênitas em animais é a ecocardiografia (CÔTÉ et al., 2015).

Com base nesse contexto, a realização de uma pesquisa atual referente à avaliação da técnica radiográfica de tórax em cães com diagnóstico de cardiopatias congênitas pode trazer informações relevantes sobre a aplicabilidade desse exame. Uma vez que houve evolução na qualidade de imagem com a introdução de aparelhos digitais na prática veterinária, é possível que a acurácia desse método, mesmo que sendo utilizado como exame de triagem, tenha sofrido alterações ao longo do tempo, tanto na identificação de pacientes saudáveis e cardiopatas, quanto na diferenciação dos animais com cardiopatias adquiridas de congênitas, já que nem sempre as malformações cardíacas são diagnosticadas nos primeiros anos de vida.

O objetivo do presente trabalho é avaliar a acurácia da técnica radiográfica de tórax como exame de triagem de cardiopatias congênitas em cães, bem como identificar as principais contribuições e limitações dessa modalidade, e por fim verificar a reprodutibilidade das avaliações realizadas por três observadores aptos a realizarem essas avaliações, que atuam na radiologia e na cardiologia veterinária com diferentes graus de treinamento.

#### 4.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se um estudo interobservador, observacional, retrospectivo e prospectivo para a leitura de exames radiográficos de tórax, por meio da seleção de casos na base de dados e na rotina de atendimento dos Laboratórios de Diagnóstico por Imagem e Cardiologia Comparada do Hospital Veterinário da Universidade Federal do Paraná (UFPR), campus Curitiba, no período de Janeiro de 2012 a Junho de 2017. Foram selecionados 90 cães, sendo 30 saudáveis, 30 com cardiopatias adquiridas e 30 com cardiopatias congênitas. Todos os cães possuíam radiografia digital de tórax e diagnóstico ecocardiográfico confirmado, juntamente com o histórico clínico, anamnese e achados do exame físico. Alguns pacientes realizaram mais de uma avaliação radiográfica de tórax, nesse caso foi considerado apenas o primeiro exame com data próxima a ecocardiografia. Foram selecionados pacientes nos quais o intervalo de tempo entre o exame radiográfico e a confirmação

ecocardiográfica não fosse superior a sete dias. Eventualmente foram selecionados animais com doenças pulmonares, vasculares ou com sinais de insuficiência cardíaca congestiva (ICC) concomitantes. Os cães sem diagnóstico definitivo elucidado pelo exame ecocardiográfico, bem como aqueles que apresentaram menos de três projeções radiográficas não foram incluídos no estudo. Essa pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Setor de Ciências Agrárias da UFPR, protocolo número 071/2016 (Anexo II).

Os casos foram selecionados e randomizados (<https://www.randomizer.org/>) por um mediador (S.L.) que não participou da leitura dos exames radiográficos. O mesmo certificou-se de que todas as imagens possuíam qualidade diagnóstica e as disponibilizou em plataforma digital aos observadores em formato JPG de alta resolução. Foram encaminhados três casos a cada 10 dias para três observadores, dois com treinamento na área de radiologia e um com treinamento na área de cardiologia, descritos no QUADRO 3. Nenhum avaliador obteve acesso aos dados dos pacientes, apenas a identificação numérica do caso que vinha descrito nas imagens radiográficas. As avaliações dos exames foram realizadas em monitores convencionais.

Após receberem as imagens radiográficas os observadores responderam um questionário padronizado a respeito da interpretação do exame radiográfico de tórax (Anexo III). Esse exame sugere a presença de aumento das câmaras cardíacas, e para tal interpretação a silhueta cardíaca pode ser comparada a um relógio nas projeções ventrodorsal (VD) e laterolateral (LL), permitindo a localização e identificação das estruturas aumentadas de tamanho como descrito por Owens e Biery et al. (1999) e Muhlbauer e Kneller et al. (2013). Tomando como base essa analogia, os observadores responderam sobre a presença ou ausência de abaulamentos na silhueta cardíaca referentes ao átrio esquerdo, ventrículo esquerdo, átrio direito, ventrículo direito e dos grandes vasos, como arco aórtico e tronco pulmonar.

Também foram questionados a respeito dos sinais radiográficos de insuficiência cardíaca congestiva esquerda (ICCE) e insuficiência cardíaca congestiva direita (ICCD). A presença de dilatação das veias pulmonares, associado ou não a dilatação das artérias pulmonares, e a opacificação pulmonar alveolar, especialmente nos lobos caudais, foram os sinais para a detecção de ICCE. A presença de efusão pleural, ascite ou hepatoesplenomegalia foram os sinais

indicativos de ICCD (BAHR, 2018). A partir da identificação desses achados, os observadores classificaram os cães em quatro grupos: ausência de ICC, ICCE, ICCD ou ICCE e ICCD. Por fim, foi atribuído um diagnóstico provável (saudável, cardiopatia adquirida ou cardiopatia congênita) e para os pacientes com cardiopatias congênitas foram listados os possíveis diagnósticos diferenciais. Ao final do questionário havia um espaço para que os observadores pudessem fazer seus comentários a respeito da leitura do exame.

Para a execução da radiografia de tórax foi utilizado um aparelho produtor de raios-x com capacidade de 500 mA, modelo Neo-Diagnomax, com grade antidifusora *Potter-Bucky* (Recipromatic), e um digitalizador modelo CR-30 da marca Agfa. Esse exame foi realizado seguindo as recomendações de posicionamento e aquisição da imagem descritas por Thrall e Robertson (2016) que inclui a obtenção de ao menos três projeções radiográficas (ventrodorsal ou dorsoventral, laterolateral esquerda e laterolateral direita). Em relação a ecocardiografia foram utilizados os equipamentos Esaote My Lab 30vet ou Philips Affiniti 50, com transdutores setorial multifrequenciais, os quais foram selecionados de acordo com o porte do paciente. As imagens ecocardiográficas foram obtidas por médicos veterinários com treinamento em ecocardiografia que seguiram as recomendações do *American College of Veterinary Internal Medicine* (ACVIM) e da Academia de Cardiologia Veterinária, sendo que o diagnóstico dos pacientes baseou-se no uso da combinação de modalidades (modo bidimensional, modo-M, Doppler espectral, Doppler contínuo e Doppler colorido) (THOMAS et al., 1993).

A análise estatística descritiva foi realizada por meio do cálculo das porcentagens e da obtenção dos índices de sensibilidade [verdadeiros positivos/(verdadeiros positivos + falsos negativos)], especificidade [verdadeiros negativos/(verdadeiros negativos + falsos positivos)], valor preditivo positivo [verdadeiros positivos/(verdadeiros positivos + falsos positivos)], valor preditivo negativo [verdadeiros negativos/(verdadeiros negativos + falsos negativos)] e acurácia [(verdadeiros positivos + verdadeiro negativos)/total da amostra] do exame radiográfico de tórax. Os índices foram obtidos para cada observador em relação a identificação dos animais saudáveis, com cardiopatias adquiridas ou congênitas, bem como para identificação dos aumentos da silhueta cardíaca apenas dos pacientes com malformações cardíacas, considerando o exame ecocardiográfico como padrão-ouro. Os índices foram considerados satisfatórios a partir de 70%. Por

fim, realizou-se o cálculo do coeficiente de Kappa para determinar a concordância das avaliações radiográficas realizadas entre os três observadores, a fim de verificar a reprodutibilidade desse exame. O nível de significância adotado foi  $P < 0,05$  e os valores obtidos foram interpretados como:  $< 0$  inexistência de concordância; entre 0 e 0,19 concordância ruim; entre 0,20 e 0,39 concordância razoável; entre 0,40 e 0,59 concordância moderada; entre 0,60 e 0,79 concordância substancial; entre 0,80 e 1,00 concordância quase perfeita (LANDIS; KOCH, 1977). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o *software* do Laboratório de Epidemiologia e Estatística (LEE) desenvolvido pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) disponível em: <http://www.lee.dante.br/pesquisa/kappa/index.html>.

#### 4.4 RESULTADOS

Foram identificadas 36 cardiopatias congênitas nos 30 cães com malformações cardíacas selecionados para esse estudo. As afecções congênitas diagnosticadas foram as seguintes: estenose aórtica ou estenose subaórtica (n=8), estenose pulmonar (n=8), persistência do ducto arterioso clássica (n=7), defeito do septo ventricular (n=4), defeito do septo atrial (n=4), displasia de mitral (n=3), displasia de tricúspide (n=1), tetralogia de Fallot (n=1) e cor triatriatum sinister (n=1). Dentre os animais diagnosticados com cardiopatias adquiridas, foram observados 23 cães com endocardiose de mitral e tricúspide, 6 com endocardiose de mitral e um com endocardiose de tricúspide, em variados graus de acometimento.

Os observadores alcançaram acurácia de 63 a 76% na diferenciação de cães saudáveis e com cardiopatias no geral, 55 a 73% na identificação de animais com cardiopatias adquiridas e 66 a 82% na identificação de pacientes com cardiopatias congênitas pelo exame radiográfico de tórax. O observador 1 foi o único a atingir acurácia satisfatória ( $> 70\%$ ) na triagem dos cães saudáveis (76%), com cardiopatias adquiridas (73%) e congênitas (82%). O observador 2 obteve boa acurácia apenas na identificação dos animais com cardiopatias congênitas (75%) e o observador 3 apenas na identificação dos indivíduos com cardiopatias adquiridas (70%). A acurácia juntamente dos índices de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) de todos os avaliadores para identificação dos pacientes saudáveis, com cardiopatias adquiridas e congênitas estão descritos na TABELA 5. Sobre a definição das malformações

cardíacas em específico, o observador 1 listou o diagnóstico definitivo entre os diferenciais em 46,6% dos casos, o observador 2 em 10% dos casos e o observador 3 em 33,3% dos casos.

Ainda em relação aos resultados da TABELA 5, foi observado que o índice de especificidade foi satisfatório e maior que a sensibilidade para a maioria das classificações realizadas pelo exame radiográfico de tórax, sendo que todos os VPN foram maiores que 70% e a maioria dos VPP foram menores que 70%. Além do mais, constatou-se que os três observadores foram específicos ( $> 70\%$ ) na identificação dos cães saudáveis e pouco sensíveis ( $< 70\%$ ) na diferenciação dos pacientes com cardiopatias adquiridas e congênitas. As concordâncias em relação a identificação dos animais saudáveis, com cardiopatias adquiridas e congênitas foram razoáveis (entre 0,2 e 0,39), sendo que a identificação dos pacientes com malformações cardíacas foi o ponto de maior concordância entre os avaliadores (0,35). A descrição do coeficiente de Kappa calculado entre os três observadores sobre a classificação dos indivíduos pelo exame radiográfico de tórax estão dispostos na TABELA 6.

Considerando os 30 cães com cardiopatias congênitas, em relação a identificação de aumento do átrio esquerdo, ventrículo esquerdo, átrio direito, ventrículo direito, arco aórtico e tronco pulmonar foi verificado que a acurácia foi menor que 70%, a especificidade foi satisfatória e maior que a sensibilidade, assim como os VPN foram satisfatórios e maiores que os VPP para a maioria dessas avaliações. Todos os avaliadores obtiveram um valor satisfatório ( $> 70\%$ ) de sensibilidade na identificação de aumento do átrio esquerdo e de especificidade na identificação de aumento do ventrículo esquerdo e tronco pulmonar. Em contrapartida, todos os observadores alcançaram baixa sensibilidade ( $< 70\%$ ) na identificação de aumento do ventrículo esquerdo e tronco pulmonar, e baixa especificidade e acurácia ( $< 70\%$ ) na identificação de aumento do átrio direito. A descrição desses índices estão representados na TABELA 7.

Em relação a concordância, foi observado um valor razoável (entre 0,2 e 0,39) para avaliação do átrio esquerdo, ventrículo esquerdo, átrio direito e ventrículo direito, e ruim (entre 0 e 0,19) para avaliação do arco aórtico e tronco pulmonar entre todos os observadores. A descrição do coeficiente de Kappa dos três avaliadores em relação aos exames radiográficos dos cães com cardiopatias congênitas incluídos no trabalho estão descritos na TABELA 8. Além da avaliação do átrio

esquerdo ter apresentado alta sensibilidade de forma unânime também foi o fator de maior concordância entre os observadores (0,37).

A respeito dos pacientes com cardiopatias congênitas verificou-se que 43,4% dos cães não apresentaram remodelamento de câmaras cardíacas e grandes vasos, como arco aórtico e tronco pulmonar ao exame ecocardiográfico. O percentual dos três observadores quanto a identificação de ICC pela radiografia de tórax nesses animais no momento do diagnóstico variou de 13,3 a 33,3% para ICCE, 3,4 a 16,7% para ICCD e 3,3 a 13,3% para ICCE e ICCD, sendo que 50 a 66,7% foram considerados normais.

#### 4.5 DISCUSSÃO

A seleção de casos desse estudo foi realizada de forma retrospectiva e prospectiva, portanto, a proporção das cardiopatias congênitas observadas estão de acordo com o que ocorre na rotina do local no qual o estudo foi desenvolvido. As malformações cardíacas mais identificadas foram a estenose aórtica (EA) ou estenose subaórtica (ESA), a estenose pulmonar (EP) e a persistência do ducto arterioso clássica (PDAc). Os sinais radiográficos de aumento das câmaras cardíacas e dos grandes vasos são mais reconhecidos nos cães quando as doenças levam a sobrecarga de volume, como a PDAc, defeito do septo ventricular e displasia das valvas mitral e tricúspide. Nas afecções que levam a sobrecarga de pressão, como a EA ou ESA e EP, raramente são identificados alterações no exame radiográfico de tórax (LEVITT et al., 1989; O'GRADY et al., 1989). Um fator que pode ter influenciado a leitura dos exames radiográficos do presente estudo foi a presença de cães com afecções que causam sobrecarga de pressão e não levam a alterações evidentes na radiografia de tórax, como evidenciado na FIGURA 17.

Os observadores desse estudo obtiveram acurácia de 63 a 76% na diferenciação de cães saudáveis e com cardiopatias no geral, 55 a 73% na identificação de animais com cardiopatias adquiridas e 66 a 82% na identificação de pacientes com cardiopatias congênitas (TABELA 5). O diagnóstico definitivo foi listado entre os diferenciais em 10 a 46,6% dos casos de malformações cardíacas, dependendo da experiência do observador para essa análise. Outro trabalho veterinário encontrou acurácia inferior para a triagem de animais saudáveis e com cardiopatias no geral (57 e 70%) e para diferenciação de pacientes com cardiopatias

adquiridas e congêntas (49 e 61%). Em relação a definição das malformações cardíacas em específico, o estudo citado alcançou acurácia intermediária (37 e 40%) comparado ao que foi observado na presente pesquisa (LAMB et al., 2001). Talvez a diferença nas acurácias encontradas entre os estudos possa ser atribuída a utilização de equipamentos radiográficos computadorizados e digitalização das imagens no presente trabalho que melhoram a qualidade da imagem, interferindo diretamente na capacidade de leitura dos exames por parte dos avaliadores.

Foi observado um decréscimo das acurácias em relação a identificação de cães saudáveis, com cardiopatias adquiridas e congêntas para a definição das malformações cardíacas. Além disso, constatou-se que os três observadores foram específicos (> 70%) na identificação dos cães saudáveis e pouco sensíveis (< 70%) na diferenciação dos pacientes com cardiopatias adquiridas e congêntas (TABELA 5). Portanto, o exame radiográfico de tórax foi capaz de apontar o indivíduo saudável, mas não de diferenciar os animais com doenças cardíacas entre si ou de identificar especificamente a malformação cardíaca. Uma possível justificativa para esse achado é que algumas cardiopatias adquiridas e congêntas apresentam remodelamento cardíaco semelhante visto nas imagens radiográficas, o que torna difícil a identificação da cardiopatia em específico. Portanto, a radiografia de tórax apresenta uma importante característica como ferramenta diagnóstica, quanto mais específico o diagnóstico da afecção menor a probabilidade de alcançarmos um resultado correto por meio dessa modalidade de exame (LAMB et al., 2001).

Dentre os cães com malformações cardíacas incluídos nesse trabalho, foi verificado que 50 a 66,7% não apresentavam sinais de ICC e 43,4% não apresentavam aumento cardíaco ao exame ecocardiográfico. Em uma pesquisa médica que utilizou a radiografia de tórax como exame de triagem na identificação de cardiopatias congêntas em crianças assintomáticas e com sopro à auscultação cardíaca, a acurácia obtida foi de 30% na classificação de indivíduos normais e com malformações cardíacas (BIRKEBAEK et al., 1999). A maioria dos trabalhos publicados na medicina consideram essa modalidade com baixo valor diagnóstico quando pacientes sem manifestações clínicas são incluídos nas análises (NEWBURGER et al., 1983; TEMMERMAN et al., 1991; BIRKEBAEK et al., 1995; BIRKEBAEK et al., 1999; SATOU et al., 2001; FONSECA et al., 2005). Ainda que nossos valores de acurácia tenham sido maiores comparado ao estudo médico citado, uma porcentagem considerável dos cães selecionados para essa pesquisa



não apresentavam sinais de ICC ou aumento cardíaco ao exame ecocardiográfico, o que pode ter influenciado diretamente os resultados referentes à leitura das imagens e triagem dos pacientes. Possivelmente, observaríamos acurácias maiores se incluíssemos apenas cães sintomáticos ou com remodelamento cardíaco na população avaliada.

Outra característica observada do exame radiográfico de tórax foi que os índices de especificidade foram satisfatórios e maior que a sensibilidade para a maioria das classificações realizadas (TABELA 5). A alta especificidade com baixa sensibilidade ocorre quando o exame é propenso a fornecer mais resultados falsos negativos (NUNES et al., 2015). A partir desses dados, podemos considerar que alguns indivíduos cardiopatas não foram identificados pelo exame radiográfico na presente pesquisa. Tal achado pode ser justificado pela severidade ou características fisiopatológicas de algumas malformações cardíacas, doenças com baixo grau de acometimento ou afecções que levam a sobrecarga de pressão podem não promover alterações visíveis no exame radiográfico de tórax (LAMB et al., 2001; MACDONALD, 2006). Dentro desse contexto, recomenda-se que esse exame seja utilizado com cautela na identificação de cães com suspeita de cardiopatias congênitas, principalmente em pacientes sem manifestações clínicas.

Outro dado que reforça os achados de especificidade e sensibilidade são os valores preditivos, verificou-se que todos os VPN foram maiores que 70% e a maioria dos VPP foram menores que 70% quando calculados para a identificação dos pacientes saudáveis, com cardiopatias adquiridas e congênitas (TABELA 5). O VPN refere-se a probabilidade de um paciente não ter a alteração quando o resultado do exame é negativo e o VPP a probabilidade de um paciente ter a alteração quando o resultado do exame é positivo (NUNES et al., 2015). Portanto, a chance de um resultado negativo estar correto foi maior do que a chance de um resultado positivo. Como mencionado anteriormente, esse achado reafirma que a radiografia de tórax é mais eficiente na identificação dos cães saudáveis (sem alterações) comparado aos cães cardiopatas.

O observador 1 foi o único a atingir acurácia satisfatória (> 70%) na triagem dos cães pelo exame radiográfico de tórax. O observador 2 obteve boa acurácia apenas na identificação dos animais com cardiopatias congênitas e o observador 3 apenas na identificação dos indivíduos com cardiopatias adquiridas (TABELA 5). Ademais, as concordâncias entre os avaliadores para a classificação dos pacientes

entre os grupos foram razoáveis (TABELA 6). A discrepância dos valores de acurácia obtidos e a concordância razoável podem ser justificados pelo grau de treinamento de cada avaliador, visto que o observador com maior grau de treinamento foi quem alcançou os maiores índices de acurácia na utilização da radiografia de tórax como exame de triagem.

Em relação a identificação de aumento em regiões específicas da silhueta cardíaca dos cães com cardiopatias congênitas, verificou-se que a acurácia foi menor que 70%, a especificidade foi satisfatória e maior que a sensibilidade, assim como os VPN foram satisfatórios e maiores que os VPP para a maioria dessas avaliações (TABELA 7). Apenas na identificação de aumento do átrio esquerdo foi alcançado sensibilidade satisfatória ( $> 70\%$ ) por todos os observadores. Possivelmente, isso ocorreu, pois um terço dos pacientes apresentavam persistência do ducto arterioso clássica (PDAC) e displasia de mitral (DM), condições que levam a sobrecarga de volume e aumento substancial do átrio esquerdo (LAMB et al., 2001). Em relação as demais avaliações de aumento da silhueta cardíaca, podemos considerar a radiografia de tórax falha. Outras pesquisas veterinárias também verificaram esse achado (LOMBARD; ACKERMAN, 1984; LOMBARD; SPENCER, 1985), provavelmente porque o tamanho e formato da silhueta cardíaca dos cães são influenciados pelo escore corporal e conformação torácica de algumas raças. Portanto, a técnica radiográfica torna-se imprecisa na identificação de aumento cardíaco e dos grandes vasos nesses animais (THRALL; ROBERTSON, 2016).

Além da avaliação do átrio esquerdo ter apresentado alta sensibilidade de forma unânime também foi o fator de maior concordância entre os observadores, mas ainda com uma concordância razoável (entre 0,2 e 0,39) (TABELA 8). Possivelmente isso foi verificado pelo diferente grau de treinamento dos observadores que participaram desse estudo. Já a identificação de aumento do arco aórtico e tronco pulmonar foram as avaliações com as piores concordâncias (entre 0 e 0,19) (TABELA 8). Isso pode ter ocorrido pelo fato de que haviam poucos pacientes com aumento de arco aórtico e tronco pulmonar (baixo número de verdadeiros positivos ou falsos negativos), influenciando diretamente nos cálculos do coeficiente de Kappa.

Observaram-se limitações nesse estudo, as informações referentes aos pacientes selecionados para as análises radiográficas foram ocultadas dos observadores podendo ter provocado um viés na interpretação, já que na prática

dados como idade, escore corporal, raça e histórico clínico são conhecidos. Somente três observadores participaram dessa pesquisa, sendo que as características, métodos de leitura e experiência de cada um não foram avaliados. Portanto, os dados de reprodutibilidade desse trabalho devem ser interpretados com cautela, pois essas características também podem ter influenciado os resultados obtidos.

#### 4.6 CONCLUSÃO

Apesar de termos alcançado uma acurácia maior na identificação de cães saudáveis, com cardiopatias adquiridas e congênitas pelo radiografia de tórax comparado aos demais estudos, essa modalidade de exame se mostrou capaz apenas de identificar o paciente saudável, porém não de diferenciar os indivíduos cardiopatas entre si ou de definir as malformações cardíacas em específico. Além disso, o exame radiográfico de tórax apresentou baixa reprodutibilidade entre os observadores, portanto, essa técnica diagnóstica não se mostrou adequada para a triagem de cães com suspeita de cardiopatias congênitas.

#### 4.7 REFERÊNCIAS

ACKERMAN, N. et al. Patent ductus arteriosus in the dog: a retrospective study of radiographic, epidemiologic, and clinical findings. **American Journal of Veterinary Research**, v. 39, p. 1805-1810, 1978.

BAHR, R. Canine and Feline Cardiovascular System. In: THRALL, D. E. 7.ed. **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. St. Louis: Saunders Elsevier, 2018.

BEIJERINK, N. J.; OYAMA, M. A.; BONAGURA, J. D. Congenital heart disease. In: ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C.; CÔTÉ, E. **Textbook of veterinary internal medicine: diseases of the dog and the cat**. 8. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2017.

BIRKEBAEK, N. H. et al. Chest roentgenogram in the evaluation of heart defects in asymptomatic infants and children with a cardiac murmur: reproducibility and accuracy. **Pediatrics**, v. 103, n. 2, p. 1-4, 1999.

BIRKEBAEK, N. H.; HANSEN, L. K.; OXHOJ, H. Diagnostic value of chest radiography and alectrocardiography in the evaluation of asymptomatic children with cardiac murmur. **Acta Paediatrica**, v. 84, p. 1379-1381, 1995.

BUCHANAN, J. W. Prevalence of cardiovascular disorders. In: FOX, P. R.; SISSON, D. D.; MOISE, N. S. **Textbook of canine and feline cardiology: principles and clinical practice**. 2. ed. Philadelphia: WB Saunders, 1999.

CÔTÉ, E., et al. Management of incidentally detected heart murmurs in dogs and cats. **Journal of Veterinary Cardiology**, v.17, p. 245-261, 2015.

FINGLAND, R. B.; BONAGURA, A. D.; MYERC, W. Pulmonic stenosis in the dog: 29 cases (1975-1984). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 189, p. 218-226, 1986.

FONSECA, B. et al. Chest radiography and the evaluation of the neonate for congenital heart disease. **Pediatric Cardiology**, v. 26, p. 367-372, 2005.

LAMB, C. R. et al. Assessment of survey radiography as a method for diagnosis of congenital cardiac disease in dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 42, p. 541-545, 2001.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

LEHMKUHL, B.; WAREW, A.; BONAGURA, A. D. Mitral stenosis in 15 dogs. **Journal of Veterinary internal Medicine**, v. 8, p. 2-17, 1994.

LEVITT, L.; FOWLER, J. D.; SCHUH, J. C. L. Aortic stenosis in the dog: a review of 12 cases. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 25, p. 357-362, 1989.

LOMBARD, C. W.; ACKERMAN, N. Right heart enlargement in heartworm-infected dogs: a radiographic, electrocardiographic and echocardiographic correlation. **Veterinary Radiology**, v. 25, p. 210-217, 1984.

LOMBARD, C. W.; SPENCER, C. P. Correlation between radiographic, echocardiographic, and electrocardiographic signs of left heart enlargement in dogs with mitral regurgitation. **Veterinary Radiology**, v. 26, p. 89-97, 1985.

MACDONALD, K. A. Congenital heart disease of puppies and kittens. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 36, p. 503-531, 2006.

MUHLBAUER, M. C.; KNELLER, S. K. (Ed.). **Radiography of the dog and cat: guide to making and interpreting radiographs**. Ames: Wiley-Blackwell, 2013.

NEWBURGER, J. W. et al. Noninvasive tests in the initial evaluation of heart murmurs in children. **The New England Journal of Medicine**, v. 308, n. 2, p. 61-64, 1983.

NUNES, A. A.; MARTINEZ, E. Z.; ANA, L. W.; PAZIN-FILHO, A.; COELHO, E. B.; MELLO, L. M. Testes diagnósticos no contexto da avaliação de tecnologias em saúde: abordagens, métodos e interpretação. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 48, n. 1, p. 1-18, 2015.

O'GRADY, M. R. et al. Canine congenital aortic stenosis: a review of the literature and commentary. **Canadian Veterinary Journal**, v. 30, p. 811-815, 1989.

OLIVEIRA, P. et al. Retrospective review of congenital heart disease in 976 dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 25, n. 3, p. 477-483, 2011.

OWENS, J. M.; BIERY, D. N. **Heart: radiographic interpretation for the small animal clinician**. 2. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1999.

RINGWALD, R. J.; BONAGURA, A. D. Tetralogy of Fallot in the dog: clinical findings in 13 cases. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 24, p. 33-43, 1988.

SATOU, G. M. et al. Heart size on chest X-ray as a predictor of cardiac enlargement by echocardiography in children. **Pediatric Cardiology**, v. 22, n. 3, p. 218-222, 2001.

SCHWEIGMANN, G.; GASSNER, I.; MAURER, K. Imaging the neonatal heart - essentials for the radiologist. **European Journal of Radiology**, v. 50, p. 159-170, 2006.

SISSON, D.; LUETHY, M.; THOMAS, W. P. Ventricular septal defect accompanied by aortic regurgitation in five dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 27, p. 441-448, 1991.

STRICKLAND, K. N.; OYAMA, M. A. Congenital heart disease. In: SMITH JUNIOR, F. W. K. et al. (eds). **Manual of canine and feline cardiology**. 5. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2016.

TEMMERMAN, A. M.; MOOYAART, E. L.; TAVERNE, P. P. The value of routine chest roentgenogram in the cardiological evaluation of infants and children. A prospective study. **European Journal of Pediatrics**, v. 150, p. 623-626, 1991.

THOMAS, W.P. et al. Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in the dog and cat. Echocardiography Committee of the Specialty of Cardiology, American College of Veterinary Internal Medicine. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.7 p.247-252, 1993.

THRALL, D. E.; ROBERTSON, I. D. **The thorax. Atlas of normal radiographic anatomy and anatomic variants in the dog and cat**. 2. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2016.

TUMKOSIT, M. et al. Accuracy of chest radiography for evaluating significantly abnormal pulmonary vascularity in children with congenital heart disease. **The International Journal of Cardiovascular Imaging**, v. 28, n. 1, p. 69-75, 2012.

## 4.8 QUADROS

QUADRO 3 - DESCRIÇÃO DO GRAU DE TREINAMENTO E ÁREA DE ATUAÇÃO DOS TRÊS OBSERVADORES QUE FIZERAM A LEITURA DOS EXAMES RADIOGRÁFICOS DE TÓRAX DOS CÃES SELECIONADOS PARA O ESTUDO

Observador	Nível de Treinamento
1	Profissional com treinamento prático supervisionado, mestrado, doutorado, pós doutorado, atuação profissional na área de diagnóstico por imagem e certificado pelo Colégio Brasileiro de Radiologia Veterinária
2	Profissional com treinamento prático supervisionado, mestrado e atuação profissional na área de diagnóstico por imagem
3	Profissional com treinamento prático supervisionado, mestrado, doutorado e atuação profissional na área de cardiologia

## 4.9 TABELAS

TABELA 6 - DESCRIÇÃO DOS ÍNDICES DE SENSIBILIDADE, ESPECIFICIDADE, VALOR PREDITIVO POSITIVO (VPP), VALOR PREDITIVO NEGATIVO (VPN) E ACURÁCIA DOS TRÊS OBSERVADORES EM RELAÇÃO A IDENTIFICAÇÃO DOS PACIENTES SAUDÁVEIS, COM CARDIOPATIAS ADQUIRIDAS E CONGÊNITAS PELO EXAME RADIOGRÁFICO DE TÓRAX CONSIDERANDO TODOS OS CÃES INCLUÍDOS NO ESTUDO (N = 90)

Observador	Índices	Saudáveis versus Cardiopatas (%)	Adquiridas versus Saudáveis e Congênicas (%)	Congênicas versus Saudáveis e Adquiridas (%)
1	Sensibilidade	80	53	63
	Especificidade	75	83	91
	VPP	61	61	79
	VPN	88	78	83
	Acurácia	76	73	82
2	Sensibilidade	53	56	33
	Especificidade	70	55	96
	VPP	47	38	83
	VPN	75	71	74
	Acurácia	64	55	75
3	Sensibilidade	50	56	43
	Especificidade	70	76	78
	VPP	45	54	50
	VPN	73	77	73
	Acurácia	63	70	66

TABELA 7 - DESCRIÇÃO DO COEFICIENTE DE KAPPA CALCULADO ENTRE OS TRÊS OBSERVADORES EM RELAÇÃO A IDENTIFICAÇÃO DOS PACIENTES SAUDÁVEIS, COM CARDIOPATIAS ADQUIRIDAS E CONGÊNITAS PELO EXAME RADIOGRÁFICO DE TÓRAX CONSIDERANDO TODOS OS CÃES INCLUÍDOS NO ESTUDO (N = 90)

	Saudáveis	Adquiridas	Congênicas
Coeficiente de Kappa	0,30	0,24	0,35
Valor de P	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Intervalo de Confiança (95%)	0,42 a 0,18	0,36 a 0,12	0,47 a 0,23

TABELA 8 - DESCRIÇÃO DOS ÍNDICES DE SENSIBILIDADE, ESPECIFICIDADE, VALOR PREDITIVO POSITIVO (VPP), VALOR PREDITIVO NEGATIVO (VPN) E ACURÁCIA DOS TRÊS OBSERVADORES EM RELAÇÃO A IDENTIFICAÇÃO DE AUMENTO DO ÁTRIO ESQUERDO, VENTRÍCULO ESQUERDO, ÁTRIO DIREITO, VENTRÍCULO DIREITO, ARCO AÓRTICO E TRONCO PULMONAR PELO EXAME RADIOGRÁFICO DE TÓRAX DOS PACIENTES COM CARDIOPATIAS CONGÊNTAS (N = 30)

Observador	Índices	AE (%)	VE (%)	AD (%)	VD (%)	AA (%)	TP (%)
1	Sensibilidade	90	66	33	71	0*	57
	Especificidade	40	73	66	78	58	95
	VPP	42	71	10	50	0*	80
	VPN	88	68	90	90	94	88
	Acurácia	56	70	63	76	56	86
2	Sensibilidade	70	20	1**	71	0*	28
	Especificidade	85	80	59	60	82	91
	VPP	70	50	21	35	0*	50
	VPN	85	50	1**	87	96	80
	Acurácia	80	50	63	63	80	76
3	Sensibilidade	77	46	1**	57	1**	42
	Especificidade	90	80	59	65	96	73
	VPP	77	70	21	33	50	33
	VPN	90	60	1**	83	1**	80
	Acurácia	83	63	63	63	63	66

\* Não foram contabilizados verdadeiros positivos (nominador igual a zero)

\*\* Não foram contabilizados falsos negativos (nominador igual ao denominador)

NOTA: AA - Arco Aórtico; AD - Átrio Direito; AE - Átrio Esquerdo; TP - Tronco Pulmonar; VPN - Valor Preditivo Negativo; VPP - Valor Preditivo Positivo

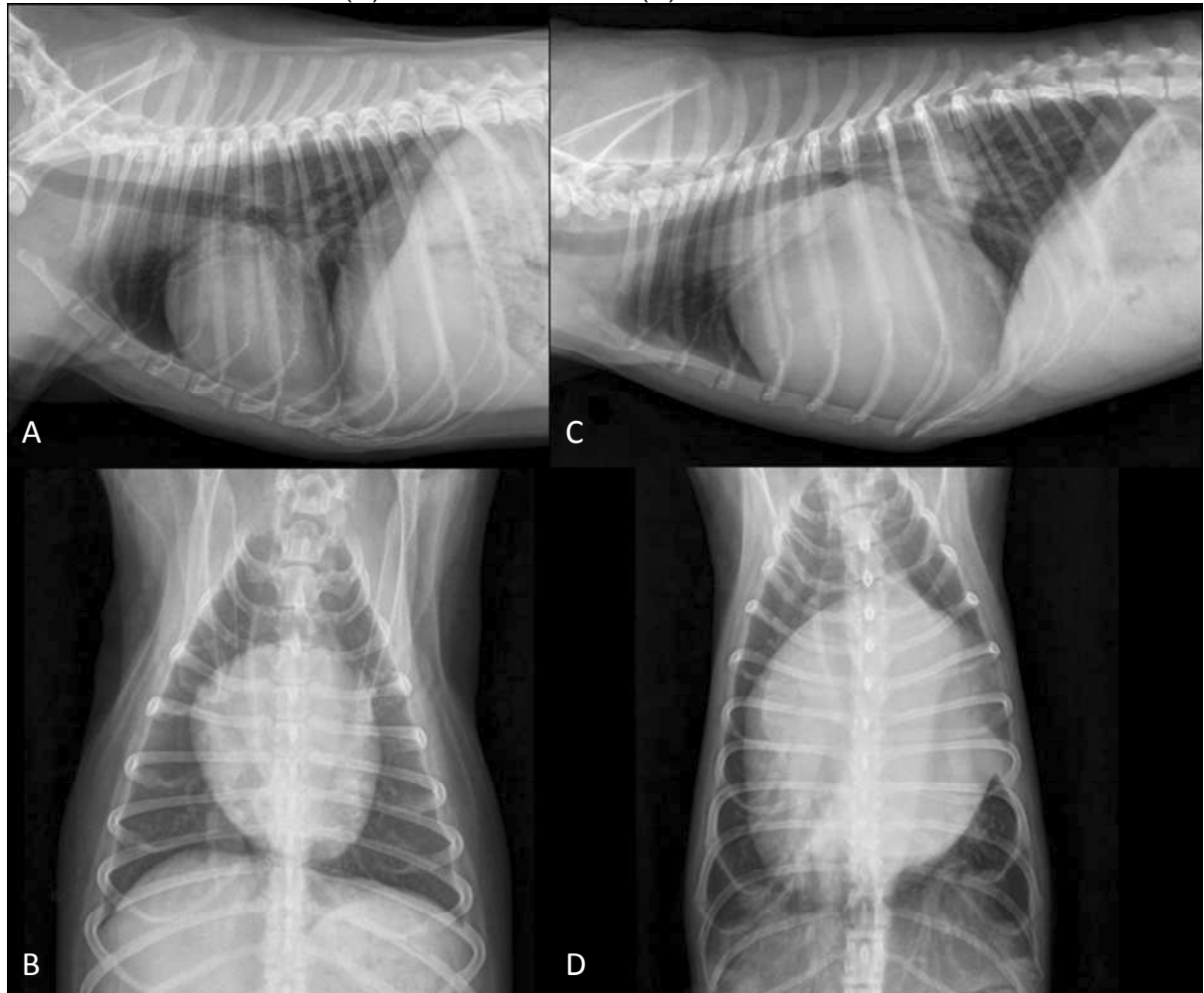
TABELA 9 - DESCRIÇÃO DO COEFICIENTE DE KAPPA CALCULADO ENTRE OS TRÊS OBSERVADORES EM RELAÇÃO A IDENTIFICAÇÃO DE AUMENTO DO ÁTRIO ESQUERDO, VENTRÍCULO ESQUERDO, ÁTRIO DIREITO, VENTRÍCULO DIREITO, ARCO AÓRTICO E TRONCO PULMONAR PELO EXAME RADIOGRÁFICO DE TÓRAX DOS PACIENTES COM CARDIOPATIAS CONGÊNTAS (N = 30)

	AE	VE	AD	VD	AA	TP
Coeficiente de Kappa	0,37	0,25	0,27	0,3	-0,067	0,097
Valor de P	< 0,001	0,018	0,01	0,004	Negativo*	0,356
Intervalo de Confiança (95%)	0,57 a 0,16	0,45 a 0,04	0,47 a 0,06	0,51 a 0,09	0,13 a -0,27	0,3 a -0,1

\* Valor negativo significa discordância

#### 4.10 FIGURAS

FIGURA 17 - EXAMES REDIOGRÁFICOS COMPUTADORIZADOS DE UM CÃO COM ESTENOSE SUBAÓRTICA NAS PROJEÇÕES LATEROLATERAL DIREITA (A) E VENTRODORSAL (B) E DE UM CÃO COM PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO CLÁSSICA NAS PROJEÇÕES LATEROLATERAL DIREITA (C) E VENTRODORSAL (D)



FONTE: ARQUIVO PESSOAL

NOTA: Nas imagens A e B não observamos remodelamento cardíaco evidente; diferente das imagens C e D, as quais evidenciam um importante aumento de átrio e ventrículo esquerdo, deslocamento dorsal da traquéia, congestão de veias pulmonares e opacificação pulmonar alveolar mais marcada nos lobos pulmonares caudo-dorsais. As radiografias apresentadas demonstram os diferenças sinais radiográficos que podem ser observados em doenças que levam a sobrecarga de pressão (A e B) e doenças que levam a sobrecarga de volume (C e D).



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das informações compiladas nessa pesquisa, foi observado uma prevalência menor de cardiopatias congênitas na população de cães desse estudo quando comparado com a literatura. As doenças mais diagnosticadas foram a EA ou ESA e EP, sendo que a EA ou ESA foi usualmente diagnosticada em cães com idade superior a um ano. Obtivemos a maior ocorrência do DSA e a menor ocorrência da PDAc. Especificamente para a população de cães estudados verificou-se maior predisposição de cães da raça Maltês para o DSV. As características epidemiológicas dos pacientes atendidos nos dois hospitais veterinários foram similares. Indica-se a realização de outros estudos retrospectivos de cardiopatias congênitas em cães no Brasil para a confirmação dos dados obtidos.

Em relação a radiografia de tórax, verificou-se que essa modalidade de exame empregado em cães com suspeita de cardiopatias congênitas fornece informações complementares importantes que podem modificar a conduta do clínico veterinário, mas essa técnica não deve ser utilizada isoladamente como exame de triagem em pacientes com suspeita de malformações cardíacas. Ressalta-se que um adequado conhecimento da fisiopatogenia das malformações cardíacas congênitas pode auxiliar o imaginologista a interpretar os exames de maneira mais criteriosa e assertiva.

A radiografia de tórax possui algumas limitações, principalmente relacionadas com a gravidade da doença, pois lesões discretas podem passar despercebidas por esse exame. Apesar de ter sido alcançado uma acurácia maior na identificação de cães saudáveis, com cardiopatias adquiridas e congênitas por essa modalidade quando comparado aos demais estudos, o exame radiográfico de tórax se mostrou capaz apenas de identificar o paciente saudável, porém não de diferenciar os indivíduos cardiopatas entre si ou de definir as malformações cardíacas em específico. Além disso, verificou-se baixa reprodutibilidade dessa técnica entre os observadores.

## 6 REFERÊNCIAS

- ACKERMAN, N. et al. Patent ductus arteriosus in the dog: a retrospective study of radiographic, epidemiologic, and clinical findings. **American Journal of Veterinary Research**, v. 39, p. 1805-1810, 1978.
- ARAI, S. et al. Bioprosthesis valve replacement in dogs with congenital tricuspid valve dysplasia: technique and outcome. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 13, n. 2, p. 91-99, 2011.
- ARORA, M. Reversed patent ductus arteriosus in a dog. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 42, n. 6, p. 471-472, 2001.
- BAHR, R. Canine and Feline Cardiovascular System. In: THRALL, D. E. 7.ed. **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. St. Louis: Saunders Elsevier, 2018.
- BAHR, R. The heart and pulmonary vessels. In: THRALL, D. E. **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. 6. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2013. p. 585-607.
- BAINES, E. Radiology. In: FUENTES, V. L. ; JOHNSON, L. R. ; DENNIS, S. **BSAVA manual of canine and feline cardiorespiratory medicine**. 2. ed. Gloucestershire: British Small Animal Veterinary Association, 2010. p. 33-52.
- BAUMGARTNER, C.; GLAUS, T. M. Congenital cardiac diseases in dogs: A retrospective analysis. **Schweizer Archiv für Tierheilkunde**, v. 145, n. 11, p. 527-533/535-526, 2003.
- BEIJERINK, N. J.; OYAMA, M. A.; BONAGURA, J. D. Congenital heart disease. In: ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C.; CÔTÉ, E. **Textbook of veterinary internal medicine: diseases of the dog and the cat**. 8. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2017. p. 2952-3032.
- BELANGER, M. C.; CÔTÉ, E.; BEAUCHAMP, G. Association between aortoseptal angle in golden retrievers puppies and subaortic stenosis in adulthood. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 28, n. 5, p. 1498-1503, 2014.
- BIRKEBAEK, N. H.; HANSEN, L. K.; OXHOJ, H. Diagnostic value of chest radiography and alectrocardiography in the evaluation of asymptomatic children with cardiac murmur. **Acta Paediatrica**, v. 84, p. 1379-1381, 1995.
- BIRKEBAEK, N. H. et al. Chest roentgenogram in the evaluation of heart defects in asymptomatic infants and children with a cardiac murmur: reproducibility and accuracy. **Pediatrics**, v. 103, n. 2, p. 1-4, 1999.
- BONAGURA, J. D.; LEHMKUHL, L. B. Congenital heart disease. In: FOX, P. R.; Sisson, D. D.; MOISE, N. S. **Textbook of canine and feline cardiology: principles and clinical practice**. 2. ed. Philadelphia: WB Saunders, 1999. p. 471-536.
- BUCHANAN, J. W. Patent ductus arteriosus morphology, pathogenesis, types and treatment. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 3, n. 1, p. 7-16, 2001.

BUCHANAN, J. W. Prevalence of cardiovascular disorders. In: FOX, P. R.; SISSON, D. D.; MOISE, N. S. **Textbook of canine and feline cardiology: principles and clinical practice**. 2. ed. Philadelphia: WB Saunders, 1999.p. 457-470.

BUCHANAN, J. W. Vertebral scale system to measure heart size in radiographs. **The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 30, n. 2, p. 379-393, 2000.

BUCHANAN, J. W.; PATTERSON, D. F. Etiology of patent ductus arteriosus in dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 17, n. 2, p. 167-171, 2003.

BUSSADORI, C. et al. Congenital heart disease in boxer dogs: results of six years of breeding screening. **The Veterinary Journal**, v. 181, p. 187-192, 2009.

BUSSADORI, C.; QUINTAVALLA, C.; CAPELLI, A. Prevalence of congenital heart disease in boxers in Italy. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 3, n. 2, p. 7-11, 2001.

CHETBOUL, V. et al. Congenital heart disease in the boxer dog: a retrospective study of 105 cases (1998 - 2005). **Journal of Veterinary Medicine. A Physiology, Pathology, Clinical Medicine**, v. 53, p. 346-351, 2006.

CHETBOUL, V. et al. Retrospective study of 156 atrial septal defects in dogs and cats (2001-2005). **Journal of Veterinary Medicine**, v.53, p.179-184, 2006.

CÔTÉ, E. ; ETTINGER, S. J. Long-term clinical management of right-to-left ("reversed") patent ductus arteriosus in 3 dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 15, n. 1, p. 39-42, 2001.

CÔTÉ, E., et al. Management of incidentally detected heart murmurs in dogs and cats. **Journal of Veterinary Cardiology**, v.17, p. 245-261, 2015.

EASON, B. D. et al. Influence of beta blockers on survival in dogs with severe subaortic stenosis. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 28, n. 3, p. 857-862, 2014.

FERASIN, L.; RIZZO F.; DARKE, P. G. G. Original investigation of right-to-left shunting patent ductus arteriosus in an Irish setter puppy. **Veterinary Journal**, v. 173, n. 2, p. 443-448, 2007.

FINGLAND, R. B.; BONAGURA, A. D.; MYERC, W. Pulmonic stenosis in the dog: 29 cases (1975-1984). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 189, p. 218-226, 1986.

FONSECA, B. et al. Chest radiography and the evaluation of the neonate for congenital heart disease. **Pediatric Cardiology**, v. 26, p. 367-372, 2005.

FUJII, Y. et al. Increased chymase-like activity in a dog with congenital pulmonic stenosis. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 9, n. 1, p. 39-42, 2007.

FUKUSHIMA, R. et al. Extreme tetralogy of fallot in a dog. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 75, n. 8, p. 1111-1114, 2013.

GARNCARZ, M.; PARZENIECKA-JAWORSKA, M.; SZALUS-JORDANOW, O. Congenital heart defects in dogs: a retrospective study of 301 dogs. **Medycyna Weterynaryjna**, v.73, n.10, p.651-656, 2017.

GREGORI, T. et al. Congenital heart defects in dogs: a double retrospective study on cases from University of Parma and University of Zaragoza. **Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Parma**, v. 28, p. 79-90, 2008.

HUNT, G. B. et al.. A retrospective analysis of congenital cardiac anomalies (1977-1989). **Australian Veterinary Practitioner**, v. 20, n. 2, p. 70-75, 1990.

HYUN, C.; LAVULO, L. Congenital heart diseases in small animals: part I. Genetic pathways and potential candidate genes. **The Veterinary Journal**, v. 171, n. 2, p. 245-255, 2006.

KANDER, M. et al. Retrospective analysis of co-occurrence of congenital aortic stenosis and pulmonary artery stenosis in dogs. **Polish Journal of Veterinary Sciences**, v.18, n.4, p. 841-845, 2015.

LAMB, C. R. et al. Assessment of survey radiography as a method for diagnosis of congenital cardiac disease in dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 42, p. 541-545, 2001.

LAMB, C. R. et al. Assessment of survey radiography as a method for diagnosis of congenital cardiac disease in dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 42, p. 541-545, 2001.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159–174, 1977.

LEHMKUHL, B.; WAREW, A.; BONAGURA, A. D. Mitral stenosis in 15 dogs. **Journal of Veterinary internal Medicine**, v. 8, p. 2-17, 1994.

LEVITT, L.; FOWLER, J. D.; SCHUH, J. C. L. Aortic stenosis in the dog: a review of 12 cases. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 25, p. 357-362, 1989.

LITU, S. K.; TILLEY, L. P. Malformation of the canine mitral valve complex. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 167, n. 6, p. 465-471, 1975.

LOMBARD, C. W.; ACKERMAN, N. Right heart enlargement in heartworm-infected dogs: a radiographic, electrocardiographic and echocardiographic correlation. **Veterinary Radiology**, v. 25, p. 210-217, 1984.

LOMBARD, C. W.; SPENCER, C. P. Correlation between radiographic, echocardiographic, and electrocardiographic signs of left heart enlargement in dogs with mitral regurgitation. **Veterinary Radiology**, v. 26, p. 89-97, 1985.

MACDONALD, K. A. Congenital heart disease of puppies and kittens. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 36, p. 503-531, 2006.

MARTIN, M.; DUKES-McEWAN, J. Congenital heart disease. In: FUENTES, V. L. ; JOHNSON, L. R. ; DENNIS, S. **BSAVA manual of canine and feline cardiorespiratory medicine**. 2. ed. Gloucestershire: British Small Animal Veterinary Association, 2010. p. 244.

McGEADY, T. A. et al. Cardiovascular system. In: \_\_\_\_\_. **Veterinary embryology**. 2. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2017. p. 119-147.

MUHLBAUER, M. C.; KNELLER, S. K. (Ed.). **Radiography of the dog and cat: guide to making and interpreting radiographs**. Ames: Wiley-Blackwell, 2013.

NEWBURGER, J. W. et al. Noninvasive tests in the initial evaluation of heart murmurs in children. **The New England Journal of Medicine**, v. 308, n. 2, p. 61-64, 1983.

NUNES, A. A.; MARTINEZ, E. Z.; ANA, L. W.; PAZIN-FILHO, A.; COELHO, E. B.; MELLO, L. M. Testes diagnósticos no contexto da avaliação de tecnologias em saúde: abordagens, métodos e interpretação. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 48, n. 1, p. 1-18, 2015.

O'GRADY, M. R. et al. Canine congenital aortic stenosis: a review of the literature and commentary. **Canadian Veterinary Journal**, v. 30, p. 811-815, 1989.

OLIVEIRA, P. et al. Retrospective review of congenital heart disease in 976 dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 25, n. 3, p. 477-483, 2011.

OWENS, J. M.; BIERY, D. N. **Heart: radiographic interpretation for the small animal clinician**. 2. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1999.

PATTERSON, D.F. Canine congenital heart disease: epidemiology and etiological hypotheses. **Journal of Small Animal Practice**, v.12, p. 263-287, 1971.

RINGWALD, R. J.; BONAGURA, A. D. Tetralogy of Fallot in the dog: clinical findings in 13 cases. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 24, p. 33-43, 1988.

RISTIC, J. M. E. et al. Congenital pulmonic stenosis a retrospective study of 24 cases seen between 1990-1999. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 3, n. 2, p. 13-19, 2001.

SARRAFF-LOPES, A. P.; GIANNICO, A. T. Síndrome de eisenmenger: doença cardíaca congênita e hipertensão pulmonar - estudo retrospectivo do diagnóstico de dez casos (2004-2013). **Clínica Veterinária**, ano XIX, n.109, p. 80-94, 2014.

SATOU, G. M. et al. Heart size on chest X-ray as a predictor of cardiac enlargement by echocardiography in children. **Pediatric Cardiology**, v. 22, n. 3, p. 218-222, 2001.

SAUNDERS, A. B. et al. Long-term outcome in dogs with patent ductus arteriosus: 520 cases (1994-2009). **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 28, n. 2, p. 401-410, 2014.

SCHROPE, D. P. Prevalence of congenital heart disease in 76,301 mixed-breed dogs and 57,025 mixed-breed cats. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 17, n. 3, p. 192-202, 2015.

SCHWEIGMANN, G.; GASSNER, I.; MAURER, K. Imaging the neonatal heart - essentials for the radiologist. **European Journal of Radiology**, v. 50, p. 159-170, 2006.

SISSON, D.; LUETHY, M.; THOMAS, W. P. Ventricular septal defect accompanied by aortic regurgitation in five dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 27, p. 441-448, 1991.

STRICKLAND, K. N.; OYAMA, M. A. Congenital heart disease. In: SMITH JUNIOR, F. W. K. et al. (eds). **Manual of canine and feline cardiology**. 5. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2016.

SUTER, P. F.; LORD, P. F. A critical evaluation of the radiographic findings in canine cardiovascular diseases. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 158, n. 3, p. 358-371, 1971.

TEMMERMAN, A. M.; MOOYAART, E. L.; TAVERNE, P. P. The value of routine chest roentgenogram in the cardiological evaluation of infants and children. A prospective study. **European Journal of Pediatrics**, v. 150, p. 623-626, 1991.

THOMAS, W. P. Echocardiographic diagnosis of congenital membranous ventricular septal aneurysm in the dog and cat. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 41, n. 4, p. 215-220, 2005.

THOMAS, W.P. et al. Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in the dog and cat. Echocardiography Committee of the Specialty of Cardiology, American College of Veterinary Internal Medicine. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.7 p.247-252, 1993.

THRALL, D. E.; ROBERTSON, I. D. **The thorax. Atlas of normal radiographic anatomy and anatomic variants in the dog and cat**. 2. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2016.

TIDHOLM, A. Retrospective study of congenital heart defects in 151 dogs. **The Journal of Small Animal Practice**, v. 38, n. 3, p. 94-98, 1997.

TOBIAS, A. H.; STAUTHAMMER, C. D. Minimally invasive per-catheter occlusion and dilation procedures for congenital cardiovascular abnormalities in dogs. **The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 40, n. 4, p. 581-603, 2010.

TOOM, M. L. et al. Epidemiology, presentation and population genetics of patent ductus arteriosus (PDA) in the Dutch Stabyhoun dog. **BMC Veterinary Research**, v. 12, n. 105, p. 1-7, 2016.

TUMKOSIT, M. et al. Accuracy of chest radiography for evaluating significantly abnormal pulmonary vascularity in children with congenital heart disease. **The International Journal of Cardiovascular Imaging**, v. 28, n. 1, p. 69-75, 2012.

WARE, W. A. Murmurs and abnormal heart sounds. **Cardiovascular disease in small animal medicine**. 2. ed. London: Manson Publishing, 2011.

## 7 ANEXOS

### 7.1 ANEXO 1 - ARTIGO "O EXAME RADIOGRÁFICO NAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS: FISIOPATOGENIA E CRITÉRIOS DIAGNÓSTICOS" PUBLICADO NA REVISTA CLÍNICA VETERINÁRIA

#### Diagnóstico por imagem

##### O exame radiográfico nas cardiopatias congênitas: fisiopatogenia e critérios diagnósticos

Radiographic examination in congenital heart diseases: pathophysiology and diagnostic criteria

El examen radiográfico en las cardiopatías congénitas: fisiopatología y criterios diagnósticos

Clínica Veterinária, Ano XXII, n. 131, p. 58-72, 2017

**Stephany Buba Lucina**  
MV, aluna de mestrado  
UFPR  
teh.lucina@hotmail.com

**Marlos Gonçalves Sousa**  
MV, mestre, dr., prof.  
UFPR  
marlos98@yahoo.com.br

**Amália Turner Giannico**  
MV, mestre, aluna de doutorado  
UFPR  
contato@animalcor.com.br

**Tilde Rodrigues Froes**  
MV, mestre, dra., profa.  
UFPR  
froestilde@gmail.com

**Resumo:** Embora a ecocardiografia seja considerada o padrão-ouro para o diagnóstico de cardiopatias congênitas em cães, o exame radiográfico de tórax ainda é rotineiramente empregado e potencialmente fornece importantes informações na avaliação do paciente. O objetivo desta revisão é relacionar os achados fisiopatológicos das principais doenças cardíacas congênitas em cães com alterações radiográficas do tórax. As informações dispostas nesta revisão mostram a importância de conhecer tanto as limitações da técnica radiográfica de tórax quanto os aspectos fisiopatológicos dessas máis-formações cardíacas para uma interpretação radiográfica mais precisa por parte do radiologista.

**Unitermos:** *Canis familiaris*, cardiologia, máis-formações, radiologia

**Abstract:** Although echocardiography is considered the gold standard for the diagnosis of congenital heart disease in dogs, radiographic examination of the thorax is still routinely employed and can potentially provide useful information in the evaluation of the patient. The aim of this review is to correlate the pathophysiological findings of the main congenital heart diseases in dogs with radiographic changes of the thorax. This review shows the importance of knowing both the limitations and the pathophysiological aspects of these cardiac malformations for a more accurate radiographic interpretation by the radiologist.

**Keywords:** *Canis familiaris*, cardiology, malformations, radiology

**Resumen:** A pesar de que la ecocardiografía es considerada el examen de referencia para el diagnóstico de las cardiopatías congénitas en perros, el examen radiográfico del tórax aún es usado en la rutina, y ofrece importantes informaciones en la evaluación de estos pacientes. El objetivo de esta revisión es relacionar la fisiopatología de las principales enfermedades cardíacas congénitas de los perros con las alteraciones radiográficas del tórax. Las informaciones que constan en esta revisión muestran la importancia de conocer, además de las limitaciones de esta técnica radiográfica, los aspectos fisiopatológicos de las malformaciones cardíacas, a fin de conseguir una interpretación radiográfica más precisa.

**Palabras clave:** *Canis familiaris*, cardiología, malformaciones, radiología



## 7.2 ANEXO 2 - APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UFPR.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS**

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo número 071/2016, referente ao projeto “**Estudo epidemiológico e avaliação da radiologia computadorizada como auxílio diagnóstico de cardiopatias congênitas na espécie canina**”, sob a responsabilidade de **Tilde Rodrigues Froes** – que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de Outubro, de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - BRASIL, com grau 1 de invasividade, em reunião de 14/09/2016.


Vigência do projeto	Outubro/2016 até Outubro/2017
Espécie/Linhagem	<i>Canis familiaris</i> (cão)
Número de animais	90
Peso/Idade	Variado
Sexo	Ambos
Origem	Rotina do Hospital Veterinário da Universidade Federal do Paraná e do Hospital Veterinário Clinivet em Curitiba – PR

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 071/2016, regarding the project “**Epidemiological study and evaluation of computed radiology to assist the diagnosis of congenital heart diseases in dogs**” under **Tilde Rodrigues Froes** supervision – which includes the production, maintenance and/or utilization of animals from Chordata phylum, Vertebrata subphylum (except Humans), for scientific or teaching purposes – is in accordance with the precepts of Law nº 11.794, of 8 October, 2008, of Decree nº 6.899, of 15 July, 2009, and with the edited rules from Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), and it was approved by the ANIMAL USE ETHICS COMMITTEE OF THE AGRICULTURAL SCIENCES CAMPUS OF THE UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (Federal University of the State of Paraná, Brazil), with degree 1 of invasiveness, in session of 14/09/2016.

Duration of the project	October/2016 until October/2017
Specie/Line	<i>Canis familiaris</i> (dog)
Number of animals	90
Wheight/Age	Diverse
Sex	Both
Origin	Veterinary Hospital at the Federal University of Paraná and the Clinivet Veterinary Hospital in Curitiba – PR

Curitiba, 14 de setembro de 2016.

  
 Simone Tostes de Oliveira Stedile  
**Coordenadora CEUA-SCA**

### 7.3 ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO PADRONIZADO A RESPEITO DA INTERPRETAÇÃO DO EXAME RADIOGRÁFICO DE TÓRAX

#### **Interpretação Radiográfica**

Número do Caso:

**1) Identifique os achados referentes ao aumento das câmaras cardíacas e classifique em normal (N) ou anormal (A).**

1.1 Aumento de átrio esquerdo. Normal ou Anormal

1.2 Aumento de átrio direito. Normal ou Anormal

1.3 Aumento de ventrículo esquerdo. Normal ou Anormal

1.4 Aumento de ventrículo direito. Normal ou Anormal

**2) Identifique os achados referentes a dilatação dos grandes vasos da cavidade torácica e classifique em normal (N) ou anormal (A).**

2.1 Dilatação do arco aórtico. Normal ou Anormal

2.2 Dilatação do tronco pulmonar. Normal ou Anormal

**3) Identifique os achados referentes a vascularização pulmonar e classifique em normal (N) ou anormal (A), para os pacientes anormais indique uma das seguintes opções: congestão pulmonar (CP), hipertensão pulmonar (HP), congestão e hipertensão pulmonar (CHP) ou redução do calibre dos vasos (RC).**

3.1 Vasos do lobo pulmonar cranial direito. Normal ou Anormal

3.2 Vasos dos lobos pulmonares caudais. Normal ou Anormal

**4) Identifique a presença ou ausência de opacificação pulmonar interstício-alveolar e classifique em presente (P) ou ausente (Au).**

4.1 Padrão interstício-alveolar. Presente ou Ausente

**5) Identifique os demais achados e classifique em normal (N) ou anormal (A).**

5.1 Efusão pleural. Normal ou Anormal

5.1 Ascite. Normal ou Anormal

5.3 Hepatoesplenomegalia. Normal ou Anormal

**6) De acordo com a leitura do exame radiográfico classifique o paciente em: ausência de insuficiência cardíaca congestiva (Au ICC), insuficiência cardíaca congestiva esquerda (ICCE), insuficiência cardíaca congestiva direita (ICCD) ou ICCE e ICCD.**

---

**7) Marque o provável diagnóstico, considerando as seguintes opções: normal (N), cardiopatia adquirida (CA) ou cardiopatia congênita (CC). Dentre os animais cardiopatas liste os três principais diagnósticos diferenciais.**

---

---

**8) Observações:**

---

---

## 8 VITA

Médica veterinária graduada pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), campus São José dos Pinhais no ano de 2014.

Concluiu o Programa de Residência em Clínica Médica de Animais de Companhia, modalidade de pós-graduação "*Lato sensu*", nível I e II na Unidade Hospitalar de Animais de Companhia da PUCPR, no período de Fevereiro de 2014 a Fevereiro de 2016, totalizando 3520 horas.

Cursou o Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná (UFPR), nível Mestrado, no período de Março de 2016 a Março de 2018.

Atualmente, cursa a Especialização em Cardiologia Veterinária da Faculdade ANCLIVEPA (SP), desde Agosto de 2016 com término previsto para Dezembro de 2018.

Durante o período do Mestrado publicou os seguintes artigos: "O exame radiográfico nas cardiopatias congênitas: fisiopatogenia e critérios diagnósticos" Revista Clínica Veterinária, Ano XXII, n.131, p.58-72, 2017; "Use of focused assessed transthoracic echocardiography (FATE) in the veterinary emergency room". Revista Ciência Rural, v.4, n.12, p.1-10, 2017; "The epidemiological and clinical aspects of Demodex injai demodicosis in dogs: a report of eight cases". Revista Semina: Ciências Agrárias, v.38, n.5, 2017; "Orthodromic atrioventricular reciprocating tachycardia in a Dalmatian". Open Journal of Veterinary Medicine, v.8, p.1-8, 2018; "Characterization of the Heart Failure-Induced Autonomic Imbalance Using the Response to the Oculocardiac Reflex in a Naturally-Occurring Model of Valve Insufficiency in Dogs". Comparative Medicine (artigo aceito).